

**VALORACIÓN DEL
CRECIMIENTO Y DEL ESTADO
NUTRICIONAL EN NIÑOS
ADOLESCENTES Y ADULTOS
JÓVENES DE LA COMUNIDAD
AUTÓNOMA DE MADRID**

Doctorando: Diego López de Lara

Introducción.....	4
Historia de la auxología.....	7
Fisiología del crecimiento.....	12
Evolución del patrón de crecimiento.....	28
El crecimiento normal.....	33
Valoración antropométrica del crecimiento.....	38
Construcción de un estándar o curva de crecimiento.....	56
Objetivos.....	70
Hipótesis.....	72
Sujetos material y métodos.....	73
Resultados.....	86
Discusión.....	140
Los estudios de crecimiento.....	141
¿Qué curvas de crecimiento deben utilizarse en España?.....	152
Conclusiones.....	172
Bibliografía.....	177
Anexos.....	202

INTRODUCCIÓN

Es ampliamente aceptado que el crecimiento infantil, y especialmente su tendencia secular, aceleración o deceleración, es un marcador de salud de una población (Carrascosa et al 2008, Carrascosa et al 2001, WHO 1986, WHO 1987, Brundtland et al 1982, Gohlke et al 2009, Kurokawa et al 2008). La tendencia secular de la talla, peso, y del ritmo de maduración puberal, describe el cambio en el desarrollo físico de una generación respecto de la anterior (Van Wieringen et al 1986). Diversos estudios en diferentes países revelan un incremento gradual de la talla media de niños, adolescentes y talla adulta final (Kurokawa et al 2008, Hawley et al 2009, Roelants et al 2009, Hiermeyer et al 2009, Khadilkar et al 2009, Cardoso et al 2009, Lejarraga et al 2009, Schwekendiek et al 2009, Júlíusson et al 2009, Papadimitriou et al 2009, Rühli et al 2008, So et al 2008), así como aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad (Carrascosa et al 2008, Papadimitriou et al 2007, Serra-Majem et al 2003, Tremblay et al 2001, Hulens et al 2001, Werner et al 2007, Chrzanowska et al 2000, Cole et al 2000, Bua et al 2007, Aranceta et al 2007). Las diferencias entre razas, condiciones socioeconómicas y sanitarias en el mundo entero aconsejan no utilizar un único tipo de curva de crecimiento, sino servirse de las realizadas localmente y que hayan sido adecuadamente actualizadas (Carrascosa et al 2008, Kurokawa et al 2008, Hawley et al 2009, Roelants et al 2009, Hiermeyer et al 2009, Khadilkar et al 2009, Cardoso et al 2009, Lejarraga et al 2009, Schwekendiek et al 2009, Júlíusson et al 2009, Papadimitriou et al 2009, Rühli et al 2008, So et al 2008, Karlberg et al 1999, Hauspie et al 1997, Tanner et al 1989, Marshall et al 1986, López-Siguero et al 2008, Carrascosa et al 2004a, Sobradillo et al 2004, Ferrández et al 2005), siendo éste un tema ampliamente debatido (De Onis et al 1996, De Onis et al 2006).

Recientemente se han fusionado los datos antropométricos de diferentes estudios transversales de las poblaciones de Andalucía en 2008, Barcelona en 2004 y Bilbao en

2004, realizados respectivamente por López-Siguero et al, Carrascosa et al, y Sobradillo et al (López-Siguero et al 2008, Carrascosa et al 2004a, Sobradillo et al 2004), junto con los datos de talla adulta del estudio longitudinal de Zaragoza 2005 realizado por Ferrández et al (Ferrández et al 2005), configurándose el Estudio transversal español de crecimiento 2008 (Carrascosa et al 2008), que en la actualidad es el principal patrón de referencia para valorar el crecimiento durante la infancia y la adolescencia en la población española. Nosotros hemos realizado un estudio transversal en la Comunidad de Madrid, en el que valoramos el peso, la talla y el IMC en una amplia muestra de niños, adolescentes y adultos jóvenes con edades comprendidas entre 3 y 24 años, diseñado de forma similar al Estudio español de crecimiento 2008. Nuestro objetivo fue comprobar si existían o no diferencias entre la población de Madrid y las incluidas en el Estudio español y de esta forma demostrar la aplicabilidad de este estándar de referencia también en nuestra comunidad autónoma. Así mismo hemos comparado nuestros datos con los estudios corrientemente utilizados como patrones de referencia en nuestro medio (De la Puente et al 1997, Hernández et al 2000, Tanner et al 1965, Tanner et al 1976, Moreno et al 1988) y que fueron realizados hace 20 años o más y con los estudios de crecimiento más recientes realizados en poblaciones europeas, asiáticas, y americanas (Roelants et al 2009, Hiermeyer et al 2009, Khadilkar et al 2009, Lejarraga et al 2009, Rühli et al 2008, So et al 2008, Freeman et al 1990, Fredriks et al 2000, Albertsson et al 2002, McDowell et al 2005, Deheeger et al 2004)

HISTORIA DE LA AUXOLOGÍA

Desde la antigüedad el crecimiento y el desarrollo humano han sido objeto de interés científico. Ya Aristóteles (384-322 a.C.) afirmaba que lo que se gana en estatura desde el nacimiento hasta los 5 años es lo mismo que se gana desde entonces hasta la madurez; una observación que, pese a la distancia en el tiempo, se corresponde prácticamente con la realidad (Tanner et al 1981b). No obstante, en la Antigüedad y también en el Renacimiento, el interés por las medidas corporales era principalmente estético. Fueron fundamentalmente los artistas, pintores y escultores, los que en su búsqueda de la belleza y de la armonía corporal, intentaron establecer las proporciones perfectas entre las distintas partes del cuerpo. El primer libro que ha sobrevivido y que trata de las proporciones corporales, es “Arquitectura”, del romano Vitruvio, de los tiempos de Jesucristo, y en él, se establece que la altura de un individuo debe ser igual a su envergadura, una máxima también sostenida por Leonardo da Vinci, que se ha utilizado durante siglos e incluso en la actualidad para poner de manifiesto la desproporción corporal (Prader et al 1989). En lo que se refiere a las modificaciones de las proporciones corporales a lo largo de la infancia, el primer libro que se ocupa específicamente de ello fue publicado en 1723 por Bergmüller, un profesor de pintura en Augsburg, en el que se establece una estricta y errónea regla geométrica que da lugar a una curva de talla, con velocidad de crecimiento en constante descenso, en la que se omite completamente el pico de crecimiento puberal.

Los primeros estudios sobre crecimiento con una orientación científica se remontan a finales del siglo XVII y principios del XVIII (Tanner et al 1989b, Tanner et al 1998b). En 1654, Johann Sigismund Elsholtz, un médico alemán, se gradúa en Padua con una tesis titulada “Antropometría” (Tanner et al 1981b). Es la primera vez que se utiliza esta

palabra como sinónimo de "medida del hombre". El instrumento que él usó para sus mediciones, y que denominó *anthropometron*, era una regla vertical con una pieza horizontal deslizante que, probablemente desarrolló a partir de un instrumento inventado 200 años antes por el escultor y arquitecto León Battista Alberti para medir las proporciones de las estatuas y poder realizar copias perfectas (Pozo et al 2000). En 1729, Johann Augustin Stoeller, médico nacido en Windsheim cerca de Nuremberg, publica en Magdeburg lo que podemos considerar como el primer libro de texto sobre el crecimiento humano; *Historisch Medizinische Untersuchung des Wachstums der Menschen in die Länge* (Investigación histórico médica del crecimiento humano en longitud). Aunque el libro no recoge datos de crecimiento propiamente dichos, analiza, desde el punto de vista teórico, muchos aspectos relacionados con el control del crecimiento y describe por primera vez, con claridad, el fenómeno que posteriormente sería llamado por Prader, Tanner y Von Harnack "Catch up Growth" o crecimiento de recuperación (Prader et al 1963, Pozo et al 2000).

El primer estudio que recoge de forma sistematizada diferentes parámetros auxológicos, entre ellos, la talla y el peso, fue presentado en 1754 como tesis doctoral en la Universidad de Halle, por Christian Friedrich Lampert (Pozo et al 2000). Esta tesis, titulada "Causas incrementum corporis animalis limitantes" (Causas que limitan el crecimiento del cuerpo de los animales), es el primer estudio transversal de crecimiento humano que se conoce (Scammon et al 1927). En ella, el autor mide a un único niño o niña, representativo según él de cada edad, elegido entre los que se encontraban en el Real Orfanato de Berlín.

El primer estudio longitudinal conocido también se lleva a cabo en la segunda mitad del siglo XVIII. Entre los años 1759 y 1777 y a instancias de George LeClerc de Bufón, uno de los principales enciclopedistas, Philip Gueneau de Montbeillard (1720-1785)

midió a su hijo regularmente desde el nacimiento a los 18 años. La tabla de medidas del hijo de Montbeillard fue publicada en 1777 en uno de los volúmenes suplementarios de la gran “Histoire naturelle, générale et particulière” de Buffon. Los datos de Montbeillard, aunque conocidos por los estudiosos del crecimiento del siglo XIX, cayeron en el olvido hasta que, en 1927, Richard Scammon, profesor de Anatomía en la Universidad de Minnesota, los recuperó, publicando los resultados en forma de gráfica de talla para la edad en la revista *American Journal of Physical Anthropology* (Scammon et al 1927). D’Arcy Thompson, además de la gráfica de talla, calculó los incrementos de talla derivados de estos valores, introduciendo en la auxología el concepto de “velocidad de crecimiento”, e incluyendo ambas gráficas en la edición revisada de su libro “On growth and form” en 1942.

Medio siglo después de la publicación de los datos de Montbeillard, Adolphe Quetelet, una de las mayores figuras de la ciencia europea de la primera mitad del siglo XIX (Tanner et al 1998b), realiza dos series de mediciones de talla en niños belgas, entre el año y los 25 años de edad. La primera en 1831 y la segunda, en la que se incluye también el peso, en el año 1832. A partir de estos estudios transversales, Quetelet estableció la primera tabla de crecimiento que incluyó en su famoso libro “Sur l’homme et le développement de ses facultés”, publicado en París en 1835. Como consecuencia del prestigio de su autor, esta curva, que adolecía de errores tan graves como la ausencia de estirón puberal o el desconocimiento de la mayor precocidad de desarrollo en la niñas, se impuso durante casi 50 años, hasta que los estudios longitudinales de Bowditch en Boston y de Pagliani en Turín, midiendo sistemáticamente a miles de niños, los pusieron claramente de manifiesto. Bowditch, además, en un trabajo posterior de 1891, aplicó el método de percentilación a sus datos y desarrollo las primeras

gráficas de crecimiento útiles para comparar a un sujeto con la población general (Tanner et al 1998b).

Durante el siglo XIX y de la mano de personajes, entre otros, tan importantes como Louis-René Villerme en Francia, y Edwin Chadwick, Charles Roberts y Francis Galton en Inglaterra, los estudios auxológicos sirvieron para poner de manifiesto las extremas condiciones de vida de los niños y trabajadores, en los que la reducción de la talla era casi constante en comparación con las clases acomodadas, dando a la auxología un contenido epidemiológico, lo que Tanner expresaría gráficamente mucho después como “Growth as a mirror of the conditions of society” (El crecimiento como reflejo de las condiciones sociales) (Tanner et al 1986c).

El término "auxología" fue introducido por Paul Godin en un artículo publicado en 1919: “La méthode auxologique” (Tanner et al 1994c). Godin fue un médico del ejército francés entusiasta de las mediciones seriadas, longitudinales, y el primero en establecer un método de estadiaje para el desarrollo puberal (Tanner et al 1998b).

A medida que se analizan las gráficas individuales de crecimiento y se considera el ritmo de crecimiento, se hace evidente que el momento de máxima velocidad de crecimiento se produce en unos niños más temprano que en otros, surge así el concepto de "tempo de crecimiento" en analogía con el tempo de la música clásica; así, algunos niños lo harían rápido (allegro), otros lento (lento) y otros lentísimo (lentissimo). Boas, empíricamente, intuyó que el tempo de crecimiento no alteraba la talla media final, estableciendo así la existencia en el crecimiento de dos aspectos fundamentales, diferentes, pero íntimamente relacionados; el tamaño, propiamente dicho, y el ritmo madurativo.

Durante los años 1930-1970 en EEUU y 1950-1980 en Europa se desarrollaron varios estudios longitudinales de crecimiento. Gracias a ellos se han establecido gráficas de

crecimiento de referencia para diferentes poblaciones, diseñándose nuevos instrumentos antropométricos más fiables y desarrollándose métodos para valorar el ritmo de maduración de un sujeto o para establecer fases en el desarrollo puberal normal.

Aunque han sido muchas las personas que a lo largo de este siglo han contribuido de forma importante y desde distintos campos (psicología, medicina, antropología, etc.) al desarrollo de la auxología, tanto en EE.UU. (Baldwin, Meredith, Suttleworth, Lawson Wilkins, Bayley, etc.) como en Europa (Prader, Kalberg, Sempé, Whitehouse, etc.), una introducción histórica de la auxología no puede finalizar sin recordar la figura de James M. Tanner, quizá la más relevante de todas ellas. Su contribución, tanto clínica como básica, al conocimiento del crecimiento normal y patológico ha sido enorme. En términos de investigación, el Harpenden Growth Study, un estudio longitudinal de crecimiento llevado a cabo en Hertfordshire, Inglaterra, entre 1941 y 1971, ha sido, probablemente, su mayor aportación. A partir de este estudio, entre otros logros, se han construido las primeras gráficas de referencia modernas de talla, peso y pliegues cutáneos, se han diseñado instrumentos antropométricos de referencia, se ha desarrollado un nuevo método revolucionario para determinar el grado de maduración ósea y ha servido de modelo metodológico para la realización de estudios similares en otras partes del mundo.

FISIOLOGÍA DEL CRECIMIENTO

El crecimiento humano es el resultado de la expresión fenotípica de una potencialidad genética en el que los individuos incrementan su masa, maduran morfológicamente y adquieren progresivamente una plena capacidad funcional (Carrascosa et al 2008, Hernández et al 2000). Se trata de un proceso determinado genéticamente y modulado por una serie de factores ambientales hasta el punto de que el ritmo madurativo y el tamaño y forma finales del organismo son el resultado de una interacción compleja y continuada entre genes y ambiente. La forma en que interactúan y se correlacionan estos factores define el patrón de crecimiento, que ha sufrido cambios adaptativos importantes a lo largo de la evolución filogenética.

La curva que representa el crecimiento humano tiene una forma característica en la que se observan dos periodos de crecimiento rápido, con fases de aceleración y desaceleración, separados por un periodo de crecimiento estable (Tanner et al 1989). El primero de estos periodos corresponde al crecimiento fetal y los primeros meses de vida extrauterina y el segundo, al estirón puberal. Entre ambos, se observa un incremento ligero de velocidad, que afecta preferentemente a los miembros y coincide con la adrenarquia (Tanner et al 1989, Ferrández et al 2005). Este perfil es característico de los primates y difiere del resto de los mamíferos (Tanner et al 1989). Esta ya presente en las especies de menor tamaño, pero se asemeja más a la curva humana en los antropoides más evolucionados como el chimpancé, en el cuál el intervalo entre el nacimiento y la pubertad es de 7 a 8 años y el estirón puberal muestra ya el marcado dimorfismo sexual, con un brote de crecimiento más precoz y menos intenso en las niñas y más tardío y duradero en los varones

Se han tratado de elaborar numerosas curvas o funciones matemáticas que se ajusten a los datos de crecimiento de la talla y de otras variables antropométricas. El objetivo fundamental es obtener la máxima información de las distintas medidas, analizar algunos hechos importantes como el brote de crecimiento puberal o investigar el efecto de algunas circunstancias sobre el crecimiento. Entre los numerosos modelos propuestos hay dos tendencias fundamentales (Preece et al 1981). El método no estructural describe los datos observados realizando una suavización de la curva, para reducir o suprimir los errores de medición y las variables derivadas de exámenes próximos en el tiempo. Es el método utilizado por Largo et al (Largo et al 1978), por Hernández et al (Hernández et al 1982) para construir las curvas de velocidad y para obtener los estándares o curvas de crecimiento. El método estructural utiliza funciones matemáticas predeterminadas a las que se ajustan los datos mediante métodos estadísticos apropiados (Bock et al 1976, Preece et al 1978, Jolicoer et al 1988). Esta metodología no cubre en su totalidad el periodo de crecimiento y son simplemente descriptivos. A su vez no tienen en cuenta la correlación de la curva con los factores biológicos responsables del crecimiento en los distintos periodos de la vida.

En 1989 Karlberg (Karlberg et al 1989) propuso un nuevo modelo de curva. Considera que la curva de crecimiento en su conjunto representa el efecto aditivo de varias fases biológicas y puede descomponerse en tres componentes: un componente fetal y de la primera infancia, un componente prepuberal o de la segunda infancia y un componente puberal.

El componente fetal y de la primera infancia se inicia en la segunda mitad de la gestación y se extiende hasta la edad de 3 años. Está regulada fundamentalmente por factores nutricionales. No es dependiente de la hormona de crecimiento y los factores

hormonales que intervienen en su regulación son la insulina y los factores tisulares de crecimiento.

El componente de la segunda infancia o prepuberal se inicia hacia el final del primer año y se extiende hasta que termina el periodo de crecimiento. La iniciación de este segundo componente se expresa por un incremento de la velocidad de crecimiento que se observa habitualmente entre el sexto y duodécimo mes (Karlberg et al 1989). Si no se ha producido al final del primer año es sugestivo de déficit de hormona de crecimiento, que en ese momento es ya el principal factor en la regulación del crecimiento.

El componente puberal depende del efecto aditivo de la hormona de crecimiento y de los esteroides sexuales, que además de una acción anabólica directa tienen un papel modulador en la secreción de hormona de crecimiento (Mauras et al 1987).

Igual que los restantes métodos que intentan ajustar el crecimiento a una o varias funciones matemáticas, éste es discutible, ya que es prácticamente imposible que ninguno de ellos pueda expresar con precisión todos los acontecimientos que se observan en la curva de crecimiento. La aportación más importante del modelo de Karlberg es que correlaciona las características y la morfología de la curva con los procesos que se están produciendo y los factores de crecimiento que actúan en los distintos periodos y teóricamente, permite identificar precozmente la alteración de uno de estos factores a través de la ausencia o retraso del componente de la curva dependiente de éste. Este modelo, que fue estandarizado en una población de 212 niños sanos del estudio longitudinal sueco, ha sido probado en poblaciones de niños afectados de distintas alteraciones de crecimiento (Karlberg et al 1998). Los resultados de este estudio confirmaron la utilidad del método pero serán necesarios estudios más amplios

realizados por otros investigadores para conocer con más precisión su utilidad y sus limitaciones.

FACTORES REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Como señalábamos al comienzo, el crecimiento esta determinado genéticamente y los factores ambientales facilitan u obstaculizan el normal desarrollo del patrón genético. La importancia relativa de la dotación genética y los factores ambientales varía en los distintos periodos y para los distintos rasgos o parámetros antropométricos; talla, peso, proporciones segmentarias, maduración sexual, etc. En condiciones ambientales favorables, la curva de crecimiento refleja la potencialidad genética. Cuando se produce una situación adversa, por ejemplo malnutrición, esta repercute desfavorablemente sobre el crecimiento, pero la intensidad de la respuesta varia de unos individuos a otros. Esta variabilidad depende del momento en que ocurra, de su duración, de las condiciones ambientales y de un fenómeno poco conocido, la ecosensibilidad o capacidad de respuesta individual a los estímulos externos, que esta ligado, al menos en parte, al sexo, al grado de heterocigosis y, en definitiva, a la mayor o menor estabilidad del genoma (Hernández et al 2000).

Teniendo en cuenta la función que cumplen en la dinámica del crecimiento, todos los factores intrínsecos y extrínsecos que intervienen en éste, pueden incluirse en uno de los cuatro grupos siguientes; factores determinantes, realizadores, permisivos y reguladores (Hernández et al 1980).

FACTORES DETERMINANTES

Condicionan no sólo la talla y morfología finales del individuo, sino el ritmo o velocidad de crecimiento en las distintas edades. Constituyen la base o sustrato fundamental sobre el que va a actuar la amplia gama de factores permisivos y reguladores.

El control genético del crecimiento se hace a través de un mecanismo poligénico, y dentro de él los distintos genes muestran su máxima actividad en distintos periodos de la vida prenatal y postnatal. Además de un amplio apoyo experimental, en la especie humana prueban este hecho las diferencias raciales, las semejanzas entre poblaciones de un mismo grupo étnico y, sobre todo, la concordancia en gemelos monocigóticos. Tomando como ejemplo la talla adulta de los varones normales, en la población general la amplitud de la variación, representada por ± 2 desviaciones estándar sobre la media, es de 25 cm; entre los hermanos es de 16 cm, y en gemelos monocigóticos, educados y criados en el mismo ambiente, solamente de 1,6 cm. En estos últimos, el coeficiente de correlación, que en el nacimiento es solamente de 0,58, debido a las influencias del medio intrauterino, se eleva a 0,94 a los 4 años (Tanner et al 1989). La regulación genética de la velocidad de maduración o tempo de crecimiento es aún mas precisa pero el grupo de genes implicados es independiente del que controla la talla y morfología adulta. Estudiando un indicador sensible y bien definido como es la edad de la menarquia en gemelas mono y dicigóticas de un mismo nivel social, se ha comprobado que la diferencia es de 2 y 12 meses, respectivamente. Esto demuestra que es un rasgo controlado genéticamente, al igual que la maduración ósea, la erupción dentaria y otros índices madurativos (Tanner et al 1989) (Eveleth et al 1990)

Un fenómeno estrechamente ligado a la determinación genética es el denominado por Washington “canalización”, que consiste en la capacidad del organismo en crecimiento

para encontrar su propia senda o canal de desarrollo cuando una acción externa desfavorable, desnutrición o enfermedad, le aparta transitoriamente de ella. Para explicar este fenómeno se supone que cada niño tiene su propia trayectoria, que cumplirá si se le proporciona la energía necesaria y las condiciones ambientales adecuadas para llevarla a cabo. Después de sufrir una desviación, si cesan las circunstancias que la originaron, se inicia un proceso denominado por Prader, Tanner y Von Harnack, crecimiento “de recuperación (catch up)”, durante el cual la velocidad de crecimiento es de tres a cuatro veces superior a la media correspondiente para esa edad. Cuando se logra alcanzar la curva o canal original, el ritmo se frena de nuevo y se adapta a la trayectoria inicial (Tanner et al 1981).

La posibilidad de que el organismo sea capaz de compensar completamente la desviación depende de la duración y el momento en que se produce la alteración. Cuanto más precoz y más prolongada es la desnutrición o la enfermedad, más difícil será la recuperación completa. Esto explicaría la gravedad de los estados carenciales en los primeros meses de vida y, sobre todo, durante la vida intrauterina, en la cuál el ritmo de crecimiento es extraordinariamente acelerado.

Aunque el mecanismo de este fenómeno es poco conocido, se supone que existe un sensor de tamaño o sistema de control central que adapta en todo momento el ritmo de crecimiento para que la talla se ajuste a la prevista genéticamente. Cuando se produce un desajuste, este es compensado al suprimir la causa y lleva la talla al nivel adecuado. Si la alteración es muy intensa o precoz, se modifica el mecanismo regulador y se produce un reajuste del tamaño ideal a un nivel mas bajo; en estos casos el crecimiento de recuperación o catch up, es incompleto y la talla definitiva, inferior a la talla determinada genéticamente. El papel de las distintas hormonas y factores de crecimiento en este proceso de aceleración compensadora del crecimiento no está aclarado pero en

algunos estudios experimentales y en el curso de la rehabilitación nutricional en niños malnutridos se ha observado un aumento de la frecuencia de los pulsos o episodios secretores de GH y una elevación de los valores de IGF-I en suero. (Mosier et al 1989)

FACTORES PERMISIVOS

Entre ellos destaca por su importancia el aporte de oxígeno y nutrientes y la normalidad de todas las estructuras que intervienen en el proceso de digestión-absorción y metabolismo, así como la acción de diversos factores exógenos cuya capacidad para modificar el patrón de crecimiento ha sido demostrada en numerosos estudios clínicos y experimentales (Tanner et al 1986). Son un conjunto de factores que hacen posible la realización del proyecto de crecimiento determinado genéticamente. Además de la nutrición son importantes la situación socioeconómica, el número de hijos, los estímulos afectivos y el desequilibrio ecológico que supone la sustitución del ambiente natural por un medio parcial o totalmente, domesticado o industrializado (Eveleth et al 1990).

La influencia de la nutrición ha sido ampliamente estudiada. Hay dos tipos de observaciones que prueban de manera indiscutible la relación entre nutrición y crecimiento; la diferencia de peso y talla entre grupos étnicos muy próximos pero con hábitos alimentarios diferentes y la influencia de periodos de hambre o dietas inadecuadas sobre la tendencia secular y el patrón de crecimiento individual. La nutrición actúa sobre el crecimiento directamente, aportando los sustratos energéticos y elementos plásticos necesarios para la síntesis y depósito de nuevos tejidos e, indirectamente, modulando la secreción de GH e IGF-I (Hernández et al 1995). En el ayuno y en la malnutrición crónica se crea un estado de resistencia a la acción de la

hormona de crecimiento que hace que disminuya la concentración de IGF-I en plasma (Underwood et al 1989). Esto rompe el equilibrio GH/IGF-I y provoca un aumento de la secreción de GH con aumento de la amplitud y el número de los episodios secretores (Argente et al 1991). Aunque existen algunas lagunas en el conocimiento del mecanismo a través del cual se produce esta resistencia a la GH se sabe que en las situaciones de restricción calórica y/o dietas hipoproteicas hay una disminución del número de receptores de alta afinidad para GH y, además, una alteración postreceptor, que consiste fundamentalmente en una alteración de la expresión del gen de IGF-I, que se pone de manifiesto por la disminución del ARNm (Thissen et al 1994). La repercusión clínica de las alteraciones de la nutrición sobre el crecimiento es distinta en los países en vías de desarrollo y en los países industrializados. En los primeros, la malnutrición primaria grave es habitual, y afecta a un porcentaje elevado de niños en periodos críticos (etapa prenatal y primeros años de vida); se asocia a infecciones y a otros factores ambientales desfavorables, y repercute negativamente sobre la talla final (Waterlow et al 1988). En los países desarrollados la malnutrición proteicoenergética grave prácticamente no existe, el hipocrecimiento nutricional es poco frecuente y se da casi exclusivamente en el curso de procesos malabsortivos, en grupos que siguen dietas especiales; vegetarianos estrictos, macrobióticos o regímenes inadecuados para el tratamiento o prevención de la obesidad u otras enfermedades metabólicas (Pugliese et al 1983, Lifshitz et al 1989). En estas situaciones, sin que exista un cuadro de malnutrición clínicamente detectable se producen carencias en algunos nutrientes esenciales como el magnesio, cinc, azufre, fósforo o determinados aminoácidos, que se manifiestan exclusivamente por disminución de la velocidad de crecimiento (Goleen et al 1992).

Además de la nutrición, los factores psicosociales tienen una marcada influencia sobre el equilibrio afectivo, el desarrollo intelectual y el crecimiento somático. Sin embargo, resulta muy difícil separar las consecuencias de la carencia afectiva de las alteraciones dependientes de la malnutrición, ya que la deprivación psicosocial suele asociarse a carencias nutritivas, infecciones crónicas o recidivantes, bajo nivel cultural y, en general, al conjunto de factores que inciden negativamente sobre la población infantil de los países en desarrollo y, dentro de los países industrializados, en las áreas marginadas de los suburbios de las grandes ciudades (Monckeberg et al 1992). A pesar de las dificultades para aislar estos factores, hoy parece probado que la deprivación social es capaz de originar un hipocrecimiento, debido a un déficit transitorio de secreción de GH, que se corrige espontáneamente cuando se separa a los niños afectados del medio familiar hostil (Blizzard et al 1996). Es posible que situaciones similares, aunque menos evidentes, sean responsables, en parte, del incremento de la ganancia pondoestatural de algunos niños, en el periodo escolar o en las vacaciones, dependiendo de si la influencia desfavorable se encuentra en el medio familiar o en la escuela.

Junto a la nutrición y los estímulos psicosociales existe otro grupo de condiciones ambientales que tiene una clara influencia sobre el crecimiento, entre ellas, la urbanización, el clima, el tamaño de la familia y la situación socioeconómica. La influencia de la urbanización ha sido demostrada en varios estudios y en conjunto puede afirmarse que los niños de las ciudades crecen más deprisa, maduran más precozmente y alcanzan una talla media superior en 2-5 cm a los del medio rural, siendo las diferencias más ostensibles en los países en vías de desarrollo que en los países desarrollados (Eveleth et al 1990). Aunque no se conocen exactamente las causas de esta modificación del patrón de crecimiento, se cree que es debida a la suma de varios

factores: una alimentación más equilibrada, menor gasto energético en actividad física, la acción de la iluminación más intensa y prolongada en la calle y en las viviendas y la existencia de una estimulación sexual más precoz a través de la exhibición de carteles, revistas y espectáculos.

Los efectos del clima se reflejan sobre todo en la velocidad de crecimiento, que se acelera en primavera y verano y disminuye en los meses de otoño e invierno. La temperatura influye también como un factor selectivo sobre el coeficiente de linearidad, que hace que los habitantes de las zonas más cálidas tengan miembros relativamente más largos (Tanner et al 1989).

El número de hijos modifica sobre todo el tempo del crecimiento, siendo ostensiblemente más lento el ritmo madurativo en los últimos hijo de la serie, que se traduce por un percentil de talla inferior a lo largo de la infancia, aunque al final no haya diferencias significativas de la talla adulta entre los hermanos nacidos antes o después (Tanner et al 1989).

La situación socioeconómica engloba una serie de factores ambientales íntimamente relacionados, algunos de los cuales ya han sido mencionados, que son capaces de modificar la velocidad de crecimiento y la talla definitiva. Su influencia varía de acuerdo con el nivel de desarrollo de la comunidad, el nivel medio de rentas, el grado de ruralismo, el porcentaje de endogamia, etc (Tanner et al 1986). Hace unos años en los países industrializados la diferencia de la talla media entre los niños de las clases más favorecidas y los grupos sociales más bajos era de 2 cm a los 3 años y de 5 cm en la adolescencia; en cambio, no existían prácticamente diferencias en el peso, debido a que los niños de las familias más modestas tienen una sobrecarga de peso en relación con la talla como consecuencia del consumo excesivo de azúcar y otros hidratos de carbono (Eveleth et al 1990). Sin embargo, Lindgren, en un estudio realizado en Suecia, no ha

encontrado diferencias en la talla media en niños de 7 a 17 años ni en la edad de la menarquia en función de la profesión de los padres (Lindgren et al 1976).

FACTORES REGULADORES

Su función es poner en marcha, acelerar o retardar los procesos bioquímicos responsables de la diferenciación, división y crecimiento celular, así como estimular la síntesis y secreción de determinadas moléculas a la matriz extracelular. El mecanismo de acción es la inducción o represión de la síntesis de enzimas, hormonas o proteínas estructurales. Sus características y la forma en que actúan y se interrelacionan, varían a lo largo del desarrollo ontogénico. En las etapas iniciales del desarrollo embrionario la regulación se hace exclusivamente a través de un mecanismo autocrino o paracrino. Más adelante, en períodos más tardíos de la vida fetal, ciertos tejidos se diferencian como glándulas endocrinas y secretan hormonas con actividades metabólicas específicas, que van a ser los principales reguladores del crecimiento postnatal. Algunas inician su función ya durante la vida intrauterina, mientras que otras no tienen prácticamente actividad hasta después del nacimiento.

Las hormonas más directamente implicadas en la regulación del crecimiento son; la hormona de crecimiento hipofisaria, las hormonas tiroideas, el cortisol, los andrógenos suprarrenales, la testosterona, los estrógenos, los metabolitos activos de la vitamina D y la insulina (Carrascosa et al 1993).

La hormona de crecimiento hipofisaria es el principal factor regulador del crecimiento durante la vida extrauterina. Forma, junto con las somatomedinas o factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-I e IGF-II) y sus proteínas transportadoras, un

sistema complejo capaz de adaptar en cada momento la velocidad de crecimiento a la situación metabólica y a las condiciones ambientales. Además de efectos importantes sobre el metabolismo intermediario, actúa directamente sobre el cartílago de crecimiento facilitando la expresión del gen de IGF-I, que a su vez estimula la maduración y multiplicación de los condrocitos más diferenciados y la síntesis a través de estos de la matriz extracelular.

Las hormonas tiroideas, sobre todo la T3, desempeñan un papel fundamental en la maduración del sistema nervioso central y sobre la síntesis y liberación de GH. Sobre el cartílago de crecimiento estimulan la síntesis de enzimas relacionadas con la mineralización, pero, a diferencia de la GH, no tienen ningún efecto sobre la proliferación celular.

Los andrógenos, tanto los suprarrenales como los gonadales, ejercen una acción muy importante en el proceso de diferenciación y maduración sexual. En el crecimiento en longitud intervienen a través de un mecanismo indirecto, incrementando la secreción de hormona de crecimiento hipofisaria en la pubertad y, directamente, estimulando la proliferación celular y la síntesis de la matriz extracelular en el cartílago.

Los estrógenos tienen también un mecanismo de acción doble, a nivel hipotálamo-hipofisario aumentan la secreción de GH y en el cartílago estimulan la síntesis de la matriz extracelular y su mineralización. Por eso, a pequeñas dosis estimulan el crecimiento, mientras que a dosis altas lo limitan, por su capacidad para acelerar la calcificación del cartílago de crecimiento y el cierre epifisario.

La insulina actúa sobre el metabolismo celular facilitando la transferencia de nutrientes al interior de la célula, comportándose sobre el crecimiento más bien como un factor permisivo que como un factor regulador. Por eso, su acción es mas destacada durante la

etapa prenatal en la que el crecimiento depende casi exclusivamente del aporte de oxígeno, energía y nutrientes esenciales, y de su transferencia a través de la placenta.

Los glucocorticoides, a dosis fisiológicas, tienen una acción permisiva y sinérgica con otras hormonas y factores de crecimiento; concretamente facilitan la secreción de GH. A dosis elevadas y mantenidas, como sucede en los tratamientos crónicos, actúan desfavorablemente por inhibir la secreción de hormona de crecimiento en la hipófisis, y a nivel periférico la síntesis de colágeno y otras macromoléculas de la matriz extracelular.

La paratohormona y los metabolitos activos de la vitamina D regulan la actividad de los osteoblastos y la mineralización y, a través de estos procesos, el crecimiento y maduración óseos (Hernández et al 2000)

Los factores locales de crecimiento se diferencian de las hormonas en que en vez de ser sintetizados exclusivamente por un tipo de células especializadas en un lugar alejado de aquel en el que van a actuar, son producidos por un gran número de tejidos y actúan localmente, sobre las propias células que los producen o sobre células próximas, mediante un mecanismo autocrino o paracrino (Reiter et al 1998).

La vía de acción común de todos estos factores es la interacción con receptores de la membrana celular; la unión con el receptor provoca modificaciones físicas en la propia membrana que conllevan cambios en la velocidad de transporte de determinados iones y precursores metabólicos (glucosa, aminoácidos y nucleótidos), a los que siguen cambios bioquímicos en el interior de la célula (Ballmer et al 1978). Según el tipo de receptor, estos cambios pueden provocar efectos catalíticos en el propio receptor, como en el caso de los que poseen actividad tirosinquinasa, o afectan a la síntesis de adenilciclase, a las proteínas G, a la relación guanosín monofosfato cíclico (GMPC)/adenosín monofosfato cíclico (AMPc) y a la concentración del calcio iónico o del fosfatidilinositol (Kahn et al

1998). Las modificaciones en la concentración intracelular de, estas sustancias, que se comportan como segundos mensajeros, activan proteínquinasas citosólicas y estimulan la síntesis de algunas enzimas, como la ornitindescarboxilasa, que son responsables, a su vez, de la síntesis de poliaminas (putrescina, espermina y espermidina) y de otras moléculas, lo que constituye la expresión bioquímica inicial del crecimiento o diferenciación celular.

Según el momento del ciclo celular en que actúan, estos factores se han clasificado en dos grupos; factores de competencia o iniciadores y factores de progresión (Heldin et al 1984). Los primeros inducen a la célula a pasar de la situación de reposo (G₀) a la situación G₁, haciéndola competente para responder al segundo tipo de factores (factores de progresión) que la hacen avanzar hacia la fase de síntesis de ADN (fase S) y completar el ciclo. Al primer grupo pertenecen el factor de crecimiento de las plaquetas (PDGF) y el factor de crecimiento de los fibroblastos (FGF). Entre los segundos se encuentra el factor de crecimiento epidérmico o su análogo, el factor transformador alfa que actúan precozmente en la fase G₁, y las somatomedinas (IGF-I e IGF-II) que actúan en una etapa más tardía e intervienen en la síntesis de la enzima timidínquinasa necesaria para la replicación del ADN (Hill et al 1989).

Junto a este grupo de factores, cuya función es estimular la multiplicación y/o el crecimiento celular, existe otro sistema contrapuesto, cuya finalidad es frenar el crecimiento de los órganos y del organismo en su conjunto cuando ha alcanzado el tamaño determinado genéticamente. Este sistema inhibidor es peor conocido; se sabe que intervienen fenómenos físicos de densidad celular, posición y contacto entre las células y fijación o anclaje a determinados sustratos (Stoker et al 1978). Además, hay datos que sugieren la existencia de un mecanismo de feedback de naturaleza bioquímica, que consiste en la producción y liberación al medio de sustancias capaces

de inhibir el crecimiento. A pesar de que éstas aún no están tan bien caracterizadas como los factores estimuladores del crecimiento, se han descrito algunas moléculas con efectos inhibidores de la proliferación celular, entre ellas uno de los factores que intervienen en la transformación celular (TGF- β), el factor de necrosis tumoral (TNF), la inhibina y algunas clases de interferón (Stoker et al 1978, Hill et al 1989, Reiter et al 1998).

Todas ellas tienen un papel decisivo en la morfogénesis y en el mantenimiento del tamaño de algunos órganos, como el hígado o el riñón, en el curso de los procesos de regeneración o hipertrofia compensadora, así como en el desarrollo embrionario. Algunos de estos factores, como los que forman parte del sistema TGF- β (TGF- β 1, TGF- β 2 y TGF- β 3) tienen un carácter bifuncional, comportándose como inhibidores o estimuladores de la multiplicación celular, en función de la estirpe celular, grado de desarrollo alcanzado por el tejido u órgano y la presencia de otros factores de crecimiento (Reiter et al 1998). Esto demuestra que la respuesta de la célula en un momento determinado depende más de su situación metabólica y grado de diferenciación que de la naturaleza de la señal. Por eso, algunos factores como los miembros de la familia TGF-B, que son fundamentalmente inhibidores, pueden comportarse como mitógenos en las primeras semanas del desarrollo embrionario y como inhibidores del crecimiento celular o responsables de la apoptosis o muerte celular programada en las últimas fases del desarrollo embrionario.

FACTORES REALIZADORES

Las estructuras encargadas de llevar a cabo el crecimiento, son los denominados factores realizadores y el representante mas importante es el esqueleto, principal ejecutor del crecimiento en longitud. El esqueleto realiza funciones muy variadas e importantes, debido a que es una agrupación de varios tejidos; óseo, cartilaginoso, conjuntivo, estructuras vasculares y nerviosas, sistema hematopoyético y elementos reticulohistiocitarios, cada uno de los cuales participa en actividades muy diversas. Una variedad de estos tejidos, el cartílago de crecimiento o cartílago epifisario, es el encargado de llevar a cabo el crecimiento longitudinal a través del proceso de osificación endondral, que comporta a su vez la progresión armónica de cuatro procesos complementarios y estrechamente relacionados (Carrascosa et al 1993): Proliferación celular, diferenciación de las células y síntesis de la matriz extracelular, degeneración y lisis celular, mineralización e invasión vascular.

El cartílago de crecimiento esta especialmente dotado para cumplir esta función por la capacidad del condrocito para dividirse, aún estando sometido a fuertes presiones, y para responder a la acción de diversas hormonas no sólo con cambios metabólicos sino sintetizando IGF-1 y otros factores de crecimiento que, a través de un mecanismo auto-crino-paracrino, regulan su propia diferenciación y multiplicación

EVOLUCIÓN DEL PATRÓN DE CRECIMIENTO

Tanto la talla como las relaciones entre los distintos segmentos corporales, y el tempo del crecimiento o ritmo madurativo han sufrido cambios desde la aparición de los primeros primates con los rasgos característicos de la especie humana. Estos cambios son el resultado de la interacción entre factores genéticos y ambientales. La relación entre ambos factores no es simplemente aditiva sino mucho mas compleja y por tanto la responsabilidad de unos y otros en las diferencias observadas en distintas poblaciones, en individuos de la misma comunidad o incluso de la misma familia son difíciles de establecer (Eveleth et al 1990). Variaciones que a primera vista parecen debidas a influencias exógenas reflejan diferencias genéticas y, por el contrario, algunas de las denominadas peculiaridades étnicas son en realidad expresión de influencias encubiertas del ambiente.

Un ejemplo bien conocido de esta adaptación ha sido el crecimiento de los japoneses que viven en distintas áreas geográficas. En 1957, Greulich demostró que los niños japoneses que vivían en Los Ángeles eran más altos que los de Japón y concluyó que las diferencias raciales eran debidas, en gran parte, a la diferencia de la alimentación y otros factores exógenos. A partir de 1950, el incremento de la talla media en Japón ha eliminado las diferencias y en la actualidad los japoneses que viven en Japón, Hawai y California no tienen diferencias significativas entre ellos, pero siguen mostrándolas frente a los californianos y hawaianos descendientes de africanos y europeos y su talla media se sitúa en el percentil 15 de los estándares británicos (Tanner et al 1989, Eveleth et al 1990).

La interacción herencia-ambiente responsable de los cambios del patrón de crecimiento no afecta solamente al crecimiento en longitud sino a las relaciones segmentarias, a la

composición corporal y al denominado coeficiente de linearidad, es decir, a la relación entre la longitud de los miembros y la altura total. La selección natural, favoreciendo la supervivencia del mejor adaptado, ha hecho que el hábito corporal de los individuos de raza negra africanos y los esquimales sea llamativamente diferente. En las zonas tropicales la ventaja adaptativa la tendría el individuo con miembros largos y poca grasa mientras que en las regiones árticas se defiende mejor el que es capaz de ahorrar calor mediante un sistema de aislamiento térmico y una reducida superficie de irradiación, es decir, el que posee miembros cortos, un hábito macizo y abundante panículo adiposo.

De acuerdo con las opiniones mas ampliamente aceptadas por los antropólogos, el *Australopithecus*, que es el primer primate que alcanzó la bipedestación, es el antecesor inmediato del género *Homo*, del que se originó la especie humana, *Homo Sapiens*, hace unos 300.000 años.

Alguno de nuestros ancestros había alcanzado una talla similar a la actual hace ya más de un millón de años. Además el avance más importante que se produjo en la transición de las especies mas primitivas, del *Homo habilis* al *Homo erectus*, coincide con el aumento significativo del peso del cerebro, que hizo posible la adquisición de avances tecnológicos, como el fuego, el perfeccionamiento de las técnicas de caza, el ensanchamiento del nicho ecológico y una mayor eficiencia de la termorregulación y de la utilización de los alimentos (Garralda et al 1992, Styne et al 1993).

A partir de este momento persiste una gran variabilidad de la talla, igual que en la actualidad, y se producen cambios sucesivos en una u otra dirección, motivados por las condiciones ambientales y la ecosensibilidad individual. En este contexto la denominada tendencia secular, es decir, los cambios observados en los países industrializados y también en algunos países en vías de desarrollo durante los últimos

100 años sería el episodio más reciente de un proceso evolutivo en el cuál, a partir de los primitivos homínidos, la selección natural ha favorecido la persistencia y expansión de los individuos mas adaptados en cada momento a las condiciones ambientales. Unas veces lo han sido los mas altos, mientras que otras veces las mejores posibilidades las han tenido los de tallas mas bajas.

Los hechos esenciales de este cambio secular han sido el aumento progresivo de la talla y la aceleración de la maduración, pero estos han ido acompañados de un proceso de remodelación morfológica, debido al crecimiento relativamente más intenso de los miembros inferiores. Así mismo, se ha observado un aumento de la relación peso/talla y del grosor del pliegue cutáneo.

En términos cuantitativos, se estima que en EE.UU y en la mayoría de los países europeos, durante el período de 1880-1980 ha sido de 2-3 cm por década en la adolescencia, como consecuencia del aumento del ritmo madurativo, de 1 a 2 cm en la etapa prepuberal y de 1 cm o ligeramente inferior para la talla adulta. La aceleración de la maduración ha hecho que la edad de la menarquia haya ido descendiendo 3 ó 4 meses por década en la mayoría de los países europeos desde 1860 hasta 1960 (Eveleth et al 1990). Junto a esta tendencia hacia tallas mas altas y ritmos madurativos acelerados se han observado cambios en el sentido opuesto coincidiendo con situaciones adversas, como sucedió en Japón, Alemania y Rusia durante la Segunda guerra mundial. Este carácter no irreversible sino bidireccional ha hecho que algunos autores prefieran denominar a este fenómeno "cambio secular", denominación que no prejuzga el sentido de las modificaciones (Van Wieringen et al 1986).

Las causas del cambio o tendencia secular no están completamente aclaradas; una mejor nutrición, el control de las enfermedades infecciosas en la primera infancia, la

disminución del número de hijos, la mejor calidad de los servicios médicos y una mayor movilidad, tanto entre países y áreas geográficas, como dentro del mismo país entre las zonas rurales y las ciudades, son factores que han contribuido al proceso, pero que no lo explican completamente.

El hecho de que poblaciones de distinto origen, conviviendo en el mismo lugar y en parecidas condiciones, sufran cambios seculares distintos e incluso de sentido opuesto hace que la explicación de que la tendencia o cambio secular del crecimiento es simplemente una respuesta, basada en la ecosensibilidad individual, a los cambios en el nivel o grado de bienestar sea insuficiente y haya que inscribirla en el marco mucho más amplio de los cambios evolutivos observados a lo largo de la historia filogenética de la especie humana (Hernández et al 2000).

Es muy difícil interpretar las consecuencias de estos cambios y no existe una respuesta satisfactoria a la pregunta de si ser mas alto y madurar más deprisa es o no una ventaja ya que los datos epidemiológicos son contradictorios (Hernández et al 2000). Es un hecho suficientemente probado que la tendencia secular en los países en que se ha producido ha ido acompañada de un aumento de la esperanza de vida, y que los recién nacidos a término con una talla superior tienen un índice mas bajo de mortalidad y morbilidad que los de menor talla (Van Wieringen et al 1986)

Un estudio amplio realizado en Noruega demostró la relación entre la talla adulta y la mortalidad en distintas edades a partir de los 20 años observándose una disminución de la mortalidad a medida que aumentaba la talla hasta que ésta era superior a 1,90 m en los varones y 1,80 m en las mujeres (Waalder et al 1984).

Por otra parte, los resultados de algunas encuestas sociológicas demuestran que los individuos mas altos ocupan mejores puestos en la sociedad, lo que parece probar que existe una correlación positiva entre crecimiento en longitud, eficacia y éxito social

(Krogman et al 1972). Sin embargo, estas diferencias no pueden ser atribuidas exclusivamente a la diferencia de talla sino a un fenómeno de endogamia en las clases sociales, que sólomente se permeabilizan para aceptar individuos de una clase inferior cuando estos tienen una capacidad intelectual y una talla superiores a la media del grupo del que proceden (Cliquet et al 1968). Por eso, a medida que va desapareciendo la diferencia de estatura entre los miembros de los distintos estratos sociales, este fenómeno se ha diluido y es más difícil de observar.

Junto a estos datos existen otros contradictorios, como la mayor incidencia de algunos tipos de cáncer de mama en las mujeres más altas y con pesos superiores, siendo la correlación más significativa a medida que aumenta la edad ($r = 0,72$ y $0,75$ para la talla y el peso, respectivamente, a los 18 años) (Dewaard et al 1975).

En cualquier caso, lo que parece evidente es que dentro de los límites de la normalidad la talla no es el factor más importante, sino que tienen más importancia las causas que han conducido a que un individuo no haya podido realizar el patrón de crecimiento determinado genéticamente, ya que muchas de estas causas: malnutrición, bajo nivel cultural, abandono, enfermedades crónicas, además de dificultar el crecimiento somático, pueden ser responsables de alteraciones orgánicas o funcionales trascendentes para el desarrollo intelectual y la adaptación social. Es a estas causas a las que hay que dirigir la atención y no a la talla baja, que debe ser considerada en estos casos simplemente como el marcador de unos cuidados insuficientes o inadecuados durante los primeros años de vida (Monckeberg et al 1992). La talla baja constitucional o genética, sin patología subyacente, es simplemente un rasgo fenotípico sin ninguna significación pronóstica.

EL CRECIMIENTO NORMAL

En el crecimiento normal se pueden identificar tres periodos: el periodo de crecimiento acelerado de la primera infancia, el periodo del crecimiento estable de la etapa preescolar y escolar, y el periodo de la aceleración de crecimiento de la pubertad.

La primera infancia comprende los dos primeros años de vida extrauterina. Se trata de un periodo de crecimiento rápido que se va desacelerando desde el nacimiento, una vez que se supera el periodo de crecimiento de recuperación, compensador de la restricción de las últimas semanas de vida intrauterina. Durante este periodo se producen cambios importantes, entre ellos la sustitución del mecanismo de regulación paracrino-autocrino del periodo fetal por la regulación endocrina, en la que la hormona de crecimiento hipofisaria pasa a ocupar un papel destacado a partir del sexto mes. Al mismo tiempo el patrón que estaba condicionado por el fenotipo materno se sitúa definitivamente en el carril correspondiente al fenotipo del niño, por lo que, al contrario de lo que sucede posteriormente, en esta edad es frecuente que en las curvas de distancia se crucen las líneas percentilares en sentido ascendente en los hijos de madres con talla más baja y en sentido descendente en los de madres más altas. Además del peso y de la talla otros parámetros antropométricos sufren cambios importantes, como el notable ascenso de la grasa corporal y los cambios en las proporciones corporales con aumento progresivo del segmento inferior debido al crecimiento rápido de los miembros

La etapa preescolar y escolar se extiende desde los 3 años hasta el comienzo del estirón puberal. Es un periodo de crecimiento lento y uniforme. Los incrementos de talla tienden a disminuir ligeramente hasta alcanzar la mínima velocidad de crecimiento en el momento en el que se inicia el estirón puberal. Hacia la edad de 7-8 años el ritmo de

desaceleración disminuye y se observa un aumento ligero y transitorio de la velocidad. El peso sigue también un ascenso lento y constante, pero al contrario que la talla, tiende a acelerarse progresivamente.

La pubertad y la adolescencia se caracterizan por importantes cambios somáticos y emocionales, que coinciden con el proceso de maduración sexual. Es un periodo en el que coexisten un ritmo de crecimiento elevado y fenómenos madurativos importantes, que van a culminar con la consecución de la talla adulta, la expresión completa del dimorfismo sexual y el logro de la capacidad reproductiva. El rasgo más característico del crecimiento somático es el denominado estirón puberal, que consiste en una aceleración brusca e intensa del crecimiento en longitud, que se acompaña de un proceso de remodelación morfológica y del crecimiento y maduración de las gónadas y genitales.

El estirón puberal es un fenómeno filogenéticamente reciente que sólo se manifiesta con claridad en los primates. En la representación gráfica aparece como una aceleración que sigue a la fase de crecimiento más lento de la etapa prepuberal. La curva es ligeramente asimétrica y muestra una rama ascendente que se inicia en el momento en el que la velocidad de crecimiento es mínima; alcanza su máximo, por término medio, a los 12 años en las niñas y a los 14 años en los niños y desciende rápidamente a partir de ese momento.

En el estirón participan prácticamente todas las estructuras corporales, pero lo hacen de manera desigual, y éste afecta más a la longitud del tronco que a los miembros. Por eso cuando se interrumpe o acorta el periodo de crecimiento prepuberal, como sucede en los casos de pubertad precoz, el segmento inferior es proporcionalmente más corto en relación con la talla total. Por el contrario en las situaciones de pubertad retrasada o infantilismo es muy frecuente, además de la talla alta, el hábito eunucoide.

Junto a las modificaciones en el tamaño y las relaciones segmentarias se producen en este periodo cambios importantes en la composición corporal, que afectan sobre todo a las proporciones de masa muscular, grasa y hueso. Comparando en su conjunto el crecimiento de la masa corporal libre de grasa y de la grasa, se observa una diferencia ostensible entre ambos sexos. En los varones, el incremento de los tejidos no grasos es mucho más intenso. En cambio, las niñas acumulan mayor cantidad de grasa, lo que constituye una manifestación más del dimorfismo sexual.

El recién nacido tiene una longitud promedio de 50 cm y un peso promedio de 3.300 g. Los recién nacidos varones miden unos 0,65 cm más y pesan unos 90 gr más. Este dimorfismo es evidente ya en la semana 26 de la gestación y se mantiene durante todo el desarrollo postnatal (Malina et al 1986, Carrascosa et al 2004b). En los varones la longitud al nacer representa el 28% de la talla adulta y en las recién nacidas el 30%. El peso al nacer representa el 5% del que alcanza el adolescente al llegar a la talla adulta en los varones y el 6% en las mujeres. El incremento en peso desde el recién nacido hasta la edad adulta representa unos 69,7 kg para el hombre y unos 53 kg para la mujer. El incremento en talla, durante este mismo periodo de tiempo, es de unos 127,37 cm para el hombre y de unos 114,29 cm para la mujer (Malina et al 1986, Carrascosa et al 2004b). Ambos incrementos tienen ritmos diferentes según la edad del niño y adolescente. Son máximos durante los primeros años de la vida y se estabilizan posteriormente, con ligera tendencia a disminuir, hasta el inicio del desarrollo puberal como ya se ha comentado. Durante el primer año de vida el niño crece unos 24-25 cm, durante el segundo unos 12-14 cm, durante el tercero unos 8-10 cm y posteriormente entre 5-7 cm/año hasta el inicio del desarrollo puberal. Las ganancias ponderales correspondientes son 7-8 kg durante el primer año de edad, 3-4 kg durante el segundo

año de vida y posteriormente entre 1,5-2,0 kg hasta el inicio de la pubertad. Con el inicio de la pubertad el crecimiento se acelera de forma espectacular durante el primer año y medio, alcanzando una velocidad de hasta 8-10 cm/año y se desacelera progresivamente durante los dos años y medio siguientes hasta ser cero, coincidiendo con la desaparición del cartílago de crecimiento y cierre de las epífisis. En este momento se alcanza la talla adulta. Durante la fase de aceleración los varones ganan unos 15 cm y las mujeres unos 13 cm. Durante la fase de desaceleración los varones ganan unos 12 cm y las mujeres unos 11 cm. La ganancia total durante la pubertad representa unos 25-28 cm en los varones y unos 22-25 cm en las mujeres, aunque varía dependiendo del momento en el que se inicia el desarrollo puberal.

El desarrollo puberal comienza en promedio dos años antes en las mujeres que en los varones. Sin embargo, en ambos sexos no se inicia uniformemente a la misma edad, sino que ocurre a cinco edades diferentes: entre los 8 y 13 años en las niñas y entre los 10 y 15 años en los niños. Los más precoces estiran creciendo menos tiempo pero ganan más centímetros de altura que los más retrasados. El resultado final es una altura adulta similar independientemente del momento en el que se inicia el desarrollo puberal (Ferrández et al 2010, Ferrández et al 2009, Ferrández et al 2005). El inicio del desarrollo puberal más temprano en las niñas que en los niños comporta que los niños están creciendo dos años mas que las niñas, Además, la ganancia en altura durante todo el desarrollo puberal es unos 3-4 cm mayor en los chicos que en las chicas. Como consecuencia de ambos fenómenos, más tiempo creciendo y mayor ganancia en altura durante la pubertad, la talla adulta en los varones es unos 13-14 cm mayor que en las mujeres (Carrascosa et al 2008). La ganancia ponderal durante el desarrollo puberal se hace de forma paralela a la ganancia en altura. En general por cada centímetro de altura alcanzado se gana un kilogramo de peso (Carrascosa et al 2008, Basdemir et al 2000).

Sin embargo, la composición de la masa total del organismo difiere entre varones y mujeres durante el desarrollo puberal. Las mujeres ganan proporcionalmente más masa adiposa y los varones más masa magra (Hernández et al 2000, Basdemir et al 2000, Carrascosa et al 2004a, Carrascosa et al 2008). A partir del momento en que se alcanza la altura adulta, ésta ya no se modifica. Sin embargo, el peso si puede modificarse, bien sea en exceso (sobrepeso y/u obesidad) o en defecto (malnutrición) (Hernández et al 2000).

VALORACIÓN ANTROPOMÉTRICA DEL CRECIMIENTO

El número de parámetros antropométricos útiles para valorar el crecimiento de un niño es relativamente escaso a pesar de que el número de diferentes medidas que pueden realizarse es, teóricamente, infinito. Pese a ello, son los indicadores de crecimiento más importantes en la práctica clínica; de hecho, la medición de la talla, el peso y el perímetro cefálico constituye una parte fundamental de la exploración pediátrica general.

La utilización de los parámetros antropométricos exige el empleo de una estricta metodología en la recogida de los datos (Tanner et al 1994b, Cameron et al 1986) y su comparación con estándares o modelos de referencia adecuados para la población estudiada. Una vez realizadas las mediciones y comparados los datos obtenidos, podremos determinar si el sujeto se encuentra o no dentro de los límites de variación normal, lo que expresaremos como percentiles o desviaciones estándar (DE) respecto a la media, para su edad y sexo. En general, deben considerarse como probablemente patológicos a los sujetos que se alejan más de 3 DE de la media (por debajo del percentil 1 o por encima del 99 en aquellos parámetros que no sigan una distribución normal), mientras que los situados entre 2 y 3 DE por encima o por debajo de la media (entre percentiles 1-3 y 97-99) serían casos límite, en ocasiones patológicos, que requerirán, en cualquier caso, un seguimiento cuidadoso.

Uno de los aspectos que más condiciona la utilidad clínica de la antropometría es la fiabilidad de las mediciones o, mejor dicho, la falta de fiabilidad. Toda medición antropométrica conlleva un margen de error que rara vez es tenido en cuenta. Este error en la medición se ha expresado de diferentes maneras; coeficiente de variación,

desviación estándar, error estándar de la medición, error estándar de la media y error técnico de la medición (Tanner et al 1994b, Cameron et al 1986, Voss et al 1990, Ulijaszec et al 1998). La forma más habitual de expresarlo es el Error técnico de la media. Éste se obtiene tomando una serie de duplicados de la medida en un grupo de sujetos (entre medida y medida, el sujeto objeto de la medición debe ser recolocado). Se requiere un mínimo de 50 duplicados para conseguir un margen de error aceptable, dentro del 10%.

En la práctica, una forma de mejorar fiabilidad de las mediciones sería usar la media de dos o más mediciones, en vez de una sólo; sin embargo, si, como se hace habitualmente, las mediciones no son ciegas, sino que las hace el mismo observador en rápida sucesión, su correlación entre sí es muy alta y lo único que se hace es dar una falsa impresión de precisión.

La fiabilidad de las mediciones requiere aparatos de medición apropiados, es decir, suficientemente precisos, personal entrenado en las técnicas auxológicas y controles periódicos y frecuentes de calidad, tanto del aparataje como del personal encargado de la recogida de los datos. Pese a que se cumplan estos requisitos, la reproducibilidad de las mediciones antropométricas es escasa; ya que, los tres elementos que intervienen en la medición: instrumento, observador y sujeto, son fuentes de error y la varianza de cada uno de ellos contribuye a la varianza total de la medición.

La talla y sus incrementos en el tiempo (velocidad de crecimiento) son los parámetros antropométricos más importantes en la valoración clínica del crecimiento de un niño y por ello nos vamos a referir especialmente a ellos, a la hora de evaluar la habilidad de sus determinaciones.

Los aparatos que se emplean para medir la altura de un sujeto pueden ser muy diferentes; no obstante, pueden incluirse en cuatro grandes grupos: estadiómetros

(tableros verticales con una tabla horizontal contrapesada para ajustar a la cabeza y con un contador mecánico o digital que indica automáticamente la talla), minimetros (cintas metálicas que cuelgan de un gancho fijado a la pared y que se bajan hasta ajustarse al extremo superior de la cabeza del niño), tallímetros convencionales (escalas verticales con una barra horizontal movable, frecuentemente unidas a un aparato de peso) y gráficas de pared (gráficos, habitualmente coloreados que se fijan a la pared contra los que el niño se coloca para, con ayuda de un bloque en ángulo recto colocado en su cabeza, leer directamente la talla del gráfico). La precisión de estos instrumentos fue analizada durante el Wessex Growth Study (Voss et al 1990) mediante la medición, en todos ellos, de una regla de aluminio de un metro de longitud. Se comprobaron 230 aparatos de medición, agrupados según la clasificación ya comentada; estadiómetros, minimetros, tallímetros convencionales y gráficas de pared. En todos los grupos hubo un error de al menos ± 1 cm. El menor rango de error fue para los estadiómetros (98,7-101,1 cm) y el mayor para los gráficos de pared (90-105,2 cm). En los tallímetros convencionales el rango de mediciones osciló entre 96 y 108,5 cm y en el caso de los minimetros se observó una clara tendencia a obtener mediciones por encima de los 100 cm. El error en los estadiómetros fue debido principalmente a lecturas erróneas de los contadores digitales (mala colocación) o mecánicos (mala colocación o desajuste por manipulación poco cuidadosa). En los otros tres grupos, los errores se debieron fundamentalmente a una colocación errónea de los dispositivos que, en la práctica totalidad de los casos, había pasado inadvertida para los sujetos que realizaban las mediciones habitualmente.

La disponibilidad de aparatos de medición precisos y el empleo de técnicas correctas de medición, aunque son condiciones necesarias para que las mediciones antropométricas sean fiables, no son suficientes para conseguir una buena reproducibilidad. Mediciones

repetidas del mismo niño, con el mismo aparato y por el mismo observador, raramente son iguales y menos aún si el observador es diferente. Las causas que determinan la variabilidad intraobservador han sido cuidadosamente estudiadas y, al menos en lo referente a la talla, más del 90% de la variabilidad parece ser achacable al niño (Voss et al 1990, Voss et al 1992). Éste, al contrario de lo que ocurre con un objeto rígido, tiene una medida que varía ligeramente de un momento a otro, y estas modificaciones son independientes del observador; es decir, no dependen de la técnica que éste utilice. La variabilidad interobservador depende de pequeñas variaciones de la puesta en práctica de las técnicas de medición (posición de la cabeza, mayor o menor tracción, etc.); así, entre observadores experimentados, midiendo al mismo niño, con segundos de diferencia y en el mismo aparato, pueden encontrarse diferencias de talla tan grandes como de 1,5 cm (Voss et al 1992).

Considerando todas estas fuentes de variación, un buen observador podría mantener su error técnico de la media para la talla por debajo de 2,5-3 mm. Esto quiere decir, que si un observador tiene un error técnico de la media de 2,5 mm, en el 95% de los casos la medición que haga de un sujeto estará entre ± 5 mm del valor real. En los niños menores de 3 años, el error técnico de la media suele ser mayor, de aproximadamente 5 mm (Betts et al 1992). La causa de este mayor error radica, probablemente, en la falta habitual de cooperación por parte de los niños pequeños y en la dificultad para lograr una extensión completa de la piernas en el caso de los recién nacidos.

Cuando el parámetro antropométrico que medimos requiere de mediciones separadas en el tiempo, como es el caso del incremento de talla (velocidad de crecimiento), la imprecisión aumenta; ya que, se suman dos errores de medición. El error de la varianza de un incremento es dos veces el error de la varianza de una distancia.

Un buen observador con un error técnico de la media para la talla de 2,5 mm, tendría un error técnico de la media para velocidad de crecimiento de 3,5 mm/año; por lo que, en el 95% de los casos la medición que haga de la velocidad de crecimiento de un sujeto estará entre ± 7 mm/año del valor real. Si la medición la realizan dos observadores diferentes, el error podría ser considerablemente mayor.

Una mínima formación parece ser suficiente para alcanzar una aceptable habilidad en la medición rutinaria de la talla, sin embargo, sólo el entrenamiento y la realización de controles periódicos de calidad permite alcanzar una aceptable fiabilidad en la determinación de la velocidad de crecimiento (Ahmed et al 1990).

ANTROPOMETRÍA BÁSICA: PESO, TALLA, PERÍMETRO CEFÁLICO

Los niños desde el nacimiento hasta la edad de 2 años deben medirse en decúbito supino (longitud) y a partir de entonces en bipedestación (talla), ya que es así como se han establecido las graficas de referencia (Tanner et al 1986d). La diferencia media entre ambas mediciones en un niño de más de 20 meses es de unos 1-2 cm a favor de la talla en decúbito (Betts et al 1992)

Un buen equipo antropométrico es importante para que la fiabilidad de la medición sea alta (Cameron et al 1986, Fry et al 1991); no obstante, lo es más el cuidado y la técnica con la que se realiza la medición. Los instrumentos de medición de referencia han sido durante años los equipos Harpenden (Holtain Ltd., Crymmych, Pembrokeshire, Gales, Reino Unido); estadiómetro Harpenden (talla en niños mayores de 2 años), tabla para medición en decúbito supino de Harpenden (longitud en niños mayores de 2 años),

infantómetro de Harpenden (longitud en niños menores de 2 años) y neonatómetro (longitud en recién nacidos a término y prematuros). En los últimos años, los contadores mecánicos de estos instrumentos están siendo sustituidos por contadores digitales, menos susceptibles de presentar averías. Por otro lado, nuevos instrumentos han ido apareciendo en el mercado, en ocasiones considerablemente más baratos e igualmente fiables, como es el caso, entre otros, del magnímetro (talla en niños mayores de 2 años) o el kiddímetro (longitud en niños menores de 2 años) de Raven (Raven Ltd., Dunnow Reino Unido) (Voss et al 1990).

Los aparatos para medir la longitud constan, en general, de una tabla horizontal graduada y dos soportes perpendiculares a ella, uno fijo para la cabeza y otro móvil para los pies (Cameron et al 1986). Para realizar una correcta medición es necesaria la colaboración de dos personas. Se coloca al niño en decúbito supino sobre la tabla, con el eje del cuerpo perpendicular a los soportes y las rodillas y caderas en extensión; uno de los exploradores sujeta la cabeza del niño al soporte de forma que el plano de Frankfurt (plano imaginario que pasa por el suelo de la órbita y el margen superior del orificio auditivo externo) quede perpendicular a la tabla, mientras, el otro explorador, con una mano extiende las rodillas del niño y con la otra desplaza el soporte móvil hasta ajustarlo a las plantas de los pies, efectuando entonces la lectura. Para incrementar la fiabilidad se puede utilizar la media de dos o más mediciones consecutivas, recolocando al paciente después de cada una de ellas.

Los instrumentos para medir la talla en bipedestación son similares, pero en este caso, la tabla graduada es vertical y el soporte móvil es el que se desciende hasta la cabeza (Cameron et al 1986). Se coloca al sujeto de pie, con los talones, nalgas y espalda en contacto con la tabla y la cabeza con el plano de Frankfurt perpendicular a ésta. Se ordena respirar profundamente al niño al tiempo que el explorador tracciona

ligeramente de las apófisis mastoides para conseguir la talla máxima. En el soporte se coloca un peso de aproximadamente de 1 kg para mantener el contacto con la cabeza y minimizar el grosor del pelo. La medición no se llevara a cabo hasta que haya transcurrido una hora, y preferiblemente dos, desde que el sujeto se haya levantado de la cama (Tanner et al 1994). El motivo es que, como consecuencia, principalmente de la fatiga de la musculatura vertebral, la talla se reduce a lo largo del día, en ocasiones más de un centímetro, a expensas de la talla sentado (Buckler et al 1978). Una hora después de levantarse de la cama la reducción media de la talla es de unos 8 mm; posteriormente, aunque la disminución continúa, lo hace a un ritmo mucho menor. Como en el caso de la longitud, la medición debe repetirse, al menos en dos ocasiones, recolocando al paciente entre las mediciones.

La velocidad de crecimiento es el incremento de talla por unidad de tiempo. Se expresa en cm/año y se aplica a la edad intermedia entre las edades en que se realizó la observación; por ejemplo, si un niño crece 7 cm entre los 4 y 5 años, se aplicaría esa velocidad de crecimiento de 7 cm/año a la edad de 4 años y 6 meses. El tiempo transcurrido entre las dos mediciones debe ser calculado con exactitud utilizando un calendario decimal (intervalo decimal), extrapolando el crecimiento obtenido a un año, mediante una simple regla de tres. El intervalo ideal de observación es de un año (entre 0,88-1,12 años) y en ningún caso inferior a 6 meses; ya que, el error se incrementaría como resultado de las grandes fluctuaciones que, en periodos mas cortos de tiempo, puede experimentar el ritmo de crecimiento (Hermanussen et al 1998). El ejemplo más conocido de ello serían las variaciones estacionales (Marshall et al 1971); la mayoría de los niños tienden a crecer más en primavera y verano que en otoño e invierno.

La interpretación de una velocidad de crecimiento aislada, como normal o patológica, puede ser, en ocasiones, un problema arduo, incluso cuando el intervalo de tiempo transcurrido y la fiabilidad de las mediciones son, teóricamente, idóneas. Ello se debe en primer lugar al elevado error inherente a la medición de la velocidad de crecimiento (± 7 mm, en el caso de un único observador experimentado, con un aparato de medición adecuado) y, en segundo lugar, a la dificultad que existe en establecer en un momento dado el rango de normalidad.

Siguiendo la teoría general, debería considerarse como potencialmente patológica una velocidad de crecimiento inferior al percentil 3; sin embargo, habitualmente, se utiliza como límite de la normalidad el percentil 25 (Brooke et al 1986) un concepto que deriva del análisis, según el cuál, si un niño mantiene de manera constante un ritmo de crecimiento en el percentil 25, su talla definitiva será baja. Según este concepto, una velocidad de crecimiento aislada por debajo del percentil 25 no es patológica, sólo lo sería cuando se mantuviera en ese rango indefinidamente; por el contrario, podría ser normal cuando sólo lo hace durante 1, 2 e incluso 3 años seguidos (Tanner et al 1994). Lo que condiciona este fenómeno es la naturaleza cíclica del crecimiento. Durante el período prepuberal se alternan, con intervalos de aproximadamente 2 años, períodos de crecimiento rápido y de crecimiento más lento (Butler et al 1989, Butler et al 1990). Así, en la mayoría de los niños se producirían tres picos de crecimiento durante el período prepuberal, uno alrededor de los 4-5 años, otro, el más conocido, alrededor de los 6-7 años, un tercero, alrededor de los 8,5 años en las niñas y de los 9,5 años en los niños. En los niños que maduran pronto, el último pico puede fundirse con el estirón puberal y en algunos de los niños que maduran tardíamente puede observarse un cuarto pico de crecimiento prepuberal, alrededor de los 10-11 años.

Asociados a las variaciones cíclicas del ritmo de crecimiento pueden observarse otros fenómenos biológicos que dependen del tempo madurativo y del potencial genético de crecimiento de los individuos analizados y que contribuyen a modificar el rango de normalidad de la velocidad de crecimiento y a dificultar su interpretación. Los niños con talla baja constitucional tienden a crecer de manera constante por debajo de la media de velocidad de crecimiento para la población, lo contrario de lo que sucede en los niños con talla alta constitucional (Gasser et al 1989). Esta es la causa de que la mayor parte de la diferencia de talla final existente entre ambos grupos se produzca durante el periodo prepuberal y fundamentalmente, entre los 4 años y el inicio de la pubertad. La menor velocidad media de crecimiento durante el período prepuberal en los niños con talla baja constitucional es la responsable de que en ellos sea frecuente observar ritmos de crecimiento por debajo del percentil 25, incluso por debajo del percentil 3 en momentos determinados (períodos cíclicos de crecimiento más lento). Mas aún, aproximadamente un 18% de los niños con talla baja constitucional presentarán una velocidad de crecimiento inferior al percentil 25 durante 2 años consecutivos en comparación con solo un 1% de los niños con talla normal (Voss et al 1991).

Otro aspecto a considerar a la hora de interpretar la velocidad de crecimiento es la existencia de periodos normales de desaceleración de la velocidad de crecimiento. Los niños que tienen una talla baja constitucional o un tempo madurativo lento disminuyen su ritmo de crecimiento durante los primeros 12-18 meses de vida, descendiendo en los percentiles de talla hasta alcanzar lo que será su carril de crecimiento a lo largo del período prepuberal (Smith et al 1976). Los niños con tempo madurativo lento también pueden experimentar otra deceleración marcada, pero normal, en su ritmo de crecimiento, en el período inmediatamente previo al inicio del estirón puberal, que les puede hacer descender nuevamente de percentil de talla; es lo que se conoce como

"depresión prepuberal" de la velocidad de crecimiento. Se ha sugerido que en estos niños, para evitar considerar anormal la velocidad de crecimiento, esta debería correlacionarse con la edad ósea y no con la cronológica. Este planteamiento conlleva varios inconvenientes. En primer lugar, la velocidad de crecimiento puede ser tan lenta en este período (2-3 cm/año) que seguiría considerándose patológica para cualquier edad ósea. En segundo lugar, la correlación entre la edad ósea y el estirón puberal, aunque mejor que la existente con la edad cronológica, tampoco es perfecta. Por último, la determinación de la edad ósea, sea cual sea el método empleado, conlleva una variabilidad y un error inherente a la metodología que hace la correlación mucho más incierta que la que se establece con la edad cronológica (Tanner et al 1994)

La velocidad de crecimiento suele considerarse como el parámetro auxológico aislado más relevante en la valoración de los trastornos del crecimiento (Brooke et al 1986); ya que, al menos teóricamente, sería más sensible que la talla y permitiría un diagnóstico más precoz de las alteraciones del crecimiento. En los últimos años, la veracidad de este concepto está empezando a ser cuestionada ya que, su falta de especificidad, consecuencia de las dificultades de interpretación y de su menor fiabilidad, hace que se requieran, al menos, 2-3 años de seguimiento para poder establecer con seguridad su anormalidad y, para entonces, la desviación de los percentiles de talla sería igualmente evidente (Voss et al 1991). Por otro lado, algunos pacientes con talla baja patológica son capaces de mantener, al menos durante un tiempo, velocidades de crecimiento que pueden considerarse normales.

La valoración del crecimiento en períodos de tiempo cortos, meses o semanas (Hermanussen et al 1998), precisa de una metodología diferente, la Knemometría (Michaelsen et al 1994). Esta técnica, utiliza un instrumento (Knemómetro) capaz de medir con considerable exactitud la distancia entre la superficie superior de la rodilla y

la inferior del talón. Su error técnico de la media oscila entre 0,09-0,16 mm y su precisión esta influida por varios factores, entre otros, por la posición de la pierna y por cambios en el volumen de los tejidos blandos. El acúmulo de grasa o la retención de agua, particularmente en condiciones patológicas (tratamiento con hormona de crecimiento, esteroides sexuales o corticoides), puede disminuir su fiabilidad. Aunque inicialmente se recomendaron intervalos de 3 semanas para valorar el crecimiento a corto plazo, posteriormente se comprobó que era técnicamente posible utilizar intervalos más cortos, de una semana, e incluso detectar fluctuaciones en el crecimiento de día a día. En animales de experimentación, se ha utilizado el microknemómetro, con errores de medición entre las 60-80 micras. La utilidad clínica de estas técnicas es escasa; ya que, la irregularidad de los patrones de crecimiento en períodos de tiempo cortos no permite predecir el crecimiento a medio-largo plazo (Hermanussen et al 1998). Por consiguiente, su principal utilidad es el estudio de las fluctuaciones en el crecimiento en experimentos fisiológicos y farmacológicos.

El perímetro craneal es considerado uno de los parámetros de crecimiento más importantes durante los primeros años de vida, ya que refleja de manera indirecta el volumen intracraneal y el crecimiento cerebral. El ritmo de crecimiento del tamaño de la cabeza, máximo durante la vida fetal, disminuye rápidamente después del nacimiento, especialmente durante el primer año, de forma que la mayor parte del crecimiento de la cabeza se produce durante los primeros 4 años de vida. Las anomalías en el tamaño de la cabeza son frecuentes en algunos cuadros sindrómicos y osteocondrodisplasias. El perímetro craneal representa la máxima circunferencia de la cabeza, que pasa, habitualmente, por la glabella (punto medio más saliente del frontal situado entre las cejas, aproximadamente sobre una línea tangente a los bordes superiores de las órbitas)

y el opistocráneo (punto más alejado de la glabella en el punto medio sagital). Se mide con una cinta métrica inextensible, ajustándola lo más posible al cráneo para minimizar el error debido al cabello (Cameron et al 1986). Errores en la medición pueden ser debidos a cabellos muy espesos o a interposición de trenzas u orejas grandes, así como a anomalías de la morfología craneal que dificulten la localización de los puntos de referencia.

Microcefalia y macrocefalia son los términos con los que, habitualmente, se describe una cabeza anormalmente pequeña o grande para la edad; no obstante, en ambos casos, debe considerarse también el tamaño corporal, puesto que una micro o macrocefalia para la edad cronológica puede ser relativamente normocefálica si consideramos el tamaño del niño. Esta circunstancia puede ser analizada mediante la correlación del perímetro cefálico con la edad talla (edad en la que la talla actual del niño se encontraría en el percentil 50) y no con la edad cronológica. También es interesante considerar que existe un considerable componente genético en el tamaño de la cabeza; de forma que, el perímetro cefálico de un niño debe ser comparado con la media del perímetro cefálico de los padres para poder establecer mejor el rango de normalidad (De Sanctis et al 1997).

ANTROPOMETRÍA NUTRICIONAL: PESO, PESO/TALLA, PLIEGUES CUTÁNEOS

La antropometría nutricional tiene por objeto, a partir de la medición de diferentes parámetros corporales, determinar la situación y las variaciones del estado nutricional, así como algunos aspectos de la composición corporal. Los parámetros antropométricos directos más importantes en la valoración del estado nutricional son, además de la talla y el perímetro craneal, ya comentados, el peso, el perímetro braquial y los pliegues cutáneos (Martínez et al 1995, Hernández et al 1995b, Ballabriga et al 1998). Los hipocrecimientos debidos a estados crónicos de malnutrición subclínica son relativamente frecuentes en la infancia y la antropometría nutricional puede ser de ayuda para hacer el diagnóstico diferencial con hipocrecimientos constitucionales o por deficiencias hormonales, en los que los parámetros nutricionales se mantienen normales o, incluso aumentados (Ballabriga et al 1998).

El peso se debe medir con el paciente desnudo o con la menor ropa posible en una balanza de precisión previamente equilibrada (Cameron et al 1986, Hall et al 1989). El niño debe estar de pie sin tocar nada e inmóvil, ya que ambas circunstancias pueden modificar la medida. En los recién nacidos y lactantes, se utilizara una báscula que permita colocar al niño tumbado o sentado; si no se dispone de ella, puede utilizarse una báscula normal, pesando a un adulto solo y posteriormente con el niño en brazos. El peso del niño será la diferencia entre ambos pesos.

El peso para la edad es, probablemente, el parámetro antropométrico nutricional más utilizado; sin embargo, como dato aislado tiene poca utilidad. Para aumentar su sensibilidad como indicador del estado nutricional, debe relacionarse con la talla. Esta

relación peso/talla permite diferenciar los cuadros de malnutrición aguda, que afectan preferentemente al peso sin modificar la talla, de los hiporecipientes nutricionales, en los que se alteran ambos parámetros, pudiendo, en ocasiones, permanecer normal su relación. La forma más sencilla de analizar esta relación es su comparación con curvas percentiladas de relación peso/talla (Hernández et al 2000); si bien, sólo pueden ser usadas durante el tiempo en que la distribución del peso para la talla es independiente de la edad, lo que ocurre, en condiciones normales, entre los 2 años y el inicio de la pubertad. También se utilizan diferentes índices que relacionan ambos parámetros (Martínez et al 1995, Cole et al 1991): de ellos, el más empleado es el denominado índice de masa corporal o índice de Quetelet ($\text{peso [kg]}/\text{talla}^2 \text{ [m]}$), cuyos valores de normalidad para población española (en percentiles y DE para la edad y sexo) están debidamente normalizados (Carrascosa et al 2008). Este índice es útil para valorar el estado nutricional, tanto en situaciones de normalidad como de sobrepeso o malnutrición (Hernández et al 1995b, Serra-Majem et al 2003, Dietz et al 1998)

El peso y la talla, al igual que los índices de ellos derivados, no aportan ninguna información sobre la composición corporal, lo que impide determinar, por ejemplo, si el exceso de peso de un individuo es el resultado de un incremento del tejido graso (obesidad) o de tejido magro (constitución corporal atlética). Los pliegues cutáneos son parámetros antropométricos útiles para informar, aunque sea indirectamente, sobre la composición corporal, de hecho, la medida del espesor del pliegue cutáneo es el mejor indicador de la cantidad total de grasa subcutánea, que es, aproximadamente, un 50% de la grasa corporal total. Se realiza con un calibre de espesor especial, cuya característica fundamental es la de ejercer una presión constante de 10 g/mm² y cuya precisión es de 0,1-0,2 mm (Holtain skinfold caliper). El espesor del pliegue cutáneo puede medirse en diferentes zonas anatómicas (pliegue tricipital, subescapular, suprailíaco, bicipital, etc.),

pero los pliegues más utilizados en la práctica clínica son el tricipital y subescapular izquierdos (Hernández et al 1988); ya que permiten hacer una estimación de la distribución corporal de la grasa: generalizada (incremento de ambos pliegues o de predominio troncular (incremento del pliegue subescapular). La relación pliegue subescapular/pliegue tricipital, además de ser un buen indicador del patrón de distribución de la grasa, se correlaciona positivamente con las fracciones lipídicas asociadas a riesgo cardiovascular (Terry et al 1989).

La técnica de medición de los pliegues cutáneos es sencilla (Cameron et al 1986), pero requiere mucho entrenamiento y cuidado para ser precisa, y su reproducibilidad, incluso en condiciones idóneas, es escasa. El pliegue que se vaya a medir es pellizcado entre los dedos pulgar e índice de la mano izquierda del observador. El calibre se coloca, aproximadamente 1 mm por debajo, perpendicular al pliegue. La mano derecha sostiene el calibre y la medida se lee cuando la aguja del medidor se estabiliza o, si no lo hace, a los 3 segundos de la aplicación. El pliegue tricipital se mide con el sujeto de pie y de espaldas al observador. Debe ser vertical, en el punto medio de la cara posterior del brazo izquierdo, mientras este permanece extendido y relajado con la palma de la mano abierta y mirando a la cara lateral del muslo. El pliegue subescapular se mide también, con el sujeto de pie y de espaldas al observador, con los hombros y brazos relajados e inmediatamente por debajo del ángulo inferior de la escápula izquierda. El pliegue puede ser vertical o ligeramente inclinado hacia abajo y hacia fuera, siguiendo la tendencia natural de la piel en esa zona. Otros dos pliegues que también se utilizan con cierta frecuencia son el bicipital y el suprailíaco (Cameron et al 1986). A partir del peso y de los pliegues cutáneos es posible estimar, con bastante precisión y mediante simples fórmulas matemáticas, la masa grasa e indirectamente la masa libre de grasa.

Los perímetros corporales pueden aportar información sobre el crecimiento y maduración de determinados órganos (perímetro craneal), pero también sobre la composición corporal (perímetros del brazo, pierna, torácico, abdominal, etc.). En este sentido, el que tiene posiblemente un mayor interés clínico es el perímetro braquial (Hernández et al 1988). Se mide en lado izquierdo, con el brazo extendido y completamente relajado, con una cinta métrica inextensible, a una altura en el punto medio entre el acromion y el olécranon (Cameron et al 1986). Estima, simultáneamente, el componente muscular y graso, por lo que su disminución es un buen indicador de malnutrición caloricoproteica, pero tiene el inconveniente de estar mal normalizado. Por su sencillez y precisión, ha sido ampliamente utilizado como indicador nutricional en los países en vías de desarrollo. Un valor inferior al 75% de la media para la edad indicaría malnutrición grave, entre el 75 y el 80%, moderada, entre el 80 y el 85%, leve, y por encima del 85% se consideraría normal (Hernández et al 1995b). A partir del perímetro braquial y del pliegue tricipital, se puede hacer una estimación del área muscular (mide la reserva proteica) y del área grasa (mide la reserva energética) del brazo, así como determinar el índice adiposo muscular (área grasa/área muscular) y el cociente adiposo muscular (pliegue tricipital/perímetro braquial), parámetros todos ellos de interés en el estudio de la malnutrición energético-proteica

CURVAS DE CRECIMIENTO PARA PATOLOGÍAS CONCRETAS

En la última década, se han desarrollado estándares de normalidad para hipocrecimientos específicos (Meaney et al 1986, Hagenas et al 1996, Ranke et al 1996). La necesidad de estas gráficas es evidente por varios motivos (Ranke et al 1989).

En primer lugar, permiten aportar al paciente, a los padres y a los médicos encargados del cuidado de estos pacientes una información más veraz de las expectativas de crecimiento. Si se excluyen las diferencias en el tempo madurativo, al igual que ocurre en los niños normales, una forma de predecir la talla final es asumir la correspondiente al percentil de talla en el que el niño se mantiene entre los 2 y los 9 años de edad. En segundo lugar, el conocimiento de las expectativas de crecimiento puede ayudar en la toma de decisiones respecto al inicio de terapias encaminadas a promocionar el crecimiento. En tercer lugar, la disponibilidad de graficas de crecimiento de referencia puede ayudar a diagnosticar patologías asociadas que impliquen desviaciones del patrón de crecimiento específico de la enfermedad. Por último, el análisis del patrón específico de crecimiento puede ayudar a entender aspectos de la patogénesis de la enfermedad.

Pese a las indudables ventajas que supone disponer de estos estándares de normalidad, son muy pocas las patologías específicas que disponen de ellos y, en muchos casos, no son de la suficiente calidad como para ser utilizados como datos de referencia (Ranke et al 1996). La ausencia de datos fiables obedece principalmente a las dificultades en reunir una adecuada población de referencia. En muchas patologías, no es posible establecer un diagnóstico de absoluta certeza, al no disponer de pruebas específicas. Aunque el diagnóstico pueda ser establecido con seguridad, en muchas enfermedades la variabilidad en la expresión clínica puede ser enorme (heterogeneidad de defectos genéticos, presencia o ausencia de anomalías orgánicas asociadas, etc.). En ocasiones, el diagnóstico sólo se establece, o se hace con mayor frecuencia, en pacientes con determinada anomalía asociada (cardiopatía, nefropatía, etc.), lo que conduciría a un sesgo de la muestra. Por último, aunque se logre el suficiente grado de homogeneidad, muchos de estos cuadros clínicos son infrecuentes o muy infrecuentes, por lo que es

difícil reunir el suficiente número, especialmente para los estudios longitudinales, que permita establecer los rangos de normalidad con la suficiente fiabilidad.

CONSTRUCCIÓN DE UN ESTÁNDAR O CURVA DE CRECIMIENTO

Tanto la construcción como el uso de los estándares o curvas de crecimiento tienen que ajustarse a criterios científicos, y para ello es necesaria una formulación clara de los objetivos, y utilizar procedimientos válidos para la recogida y análisis estadístico de los datos (Tanner et al 1978, Internacional Union of Nutricional Science 1971, Johnson et al 1980, Hernández et al 1982).

En la práctica se utilizan tres métodos que se diferencian en el procedimiento de recogida y seguimiento de la muestra: el método transversal, el método longitudinal y los métodos mixtos.

El método transversal se basa en el estudio de una muestra de sujetos de distintas edades a los que se examina una sólo vez. El crecimiento es inferido indirectamente del análisis de las diferencias entre las medidas de los diferentes individuos o entre las medias de los distintos grupos de edad. La ventaja fundamental de un estudio de este tipo es que se obtienen resultados en un período corto de tiempo y el análisis de los datos puede realizarse con gran rapidez. El principal inconveniente se deriva de una limitación metodológica que no puede obviarse. Como los sujetos no son seguidos a lo largo del tiempo, no es posible obtener la velocidad de crecimiento individual ni la varianza de este parámetro dentro del grupo. Los diagramas que se construyen sobre la base de los datos de los distintos grupos no son verdaderas curvas de crecimiento, sino composiciones artificiales que no reflejan las variaciones individuales de la velocidad de crecimiento, especialmente importantes durante los dos primeros años y en la adolescencia. Como consecuencia de estas fluctuaciones de la velocidad de crecimiento individual, muchos sujetos se desvían de dichas curvas y el significado de estas

desviaciones no puede ser analizado si sólo se dispone de datos transversales. Este tipo de estudios pueden ser utilizados para obtener en un corto período de tiempo datos biométricos que permitan estimar la distribución de las variables investigadas en una determinada región o país, pero no deben ser utilizados en la clínica, donde, por definición, la valoración del crecimiento es longitudinal y el dato más importante para enjuiciar cualquier alteración es la curva de velocidad (Van Wieringen et al 1980, Hernández et al 1985, Tanner et al 1986b).

El método longitudinal consiste en el seguimiento de una muestra de población durante parte o todo el período de crecimiento; con este método cada individuo es medido a intervalos de tiempo regulares. De esta manera se permite analizar los cambios o incrementos individuales, las inflexiones que se producen en la tasa de crecimiento y obtener curvas de velocidad de crecimiento. Estos datos son fundamentales para conocer fenómenos de gran interés en relación con la propia velocidad de crecimiento, tales como los valores individuales del estirón puberal (comienzo, pico máximo, amplitud y terminación) y la relación entre algunas variables, como altura, peso, maduración ósea, etc.

Los inconvenientes más importantes del estudio longitudinal puro o clásico son; su larga duración, que lo hace inadecuado para estudiar los cambios seculares, y la complejidad que entraña el análisis de los datos (Falten et al 1961, Goldstein et al 1979, Hauspie et al 1990). Por otra parte, puesto que la estimación de los incrementos se basa en dos medidas, el error de cada una de ellas se refleja en los resultados y el error estándar de la media es mayor, lo que obliga a una mayor precisión. Un inconveniente adicional es el denominado efecto Hawthorne que consiste en un sesgo selectivo de la

muestra a lo largo del tiempo, como consecuencia de que los padres que permanecen en el estudio hasta el final son los más preocupados por la salud de sus hijos y pueden introducir cambios en la dieta y hábitos de vida de forma que éstos ya no representen a la población inicial (Johnston et al 1980)

La complejidad y el elevado coste de los estudios longitudinales y las limitaciones de los estudios transversales han intentado superarse combinando ambos métodos para tratar de aprovechar las ventajas de ambos y evitar sus inconvenientes. Así, han surgido los modelos o diseños mixtos bajo cuya denominación se incluyen estudios metodológicamente distintos, lo que ha creado una cierta confusión al referirse a este tipo de estudios.

El primero que se diseñó, denominado con carácter genérico estudio longitudinal mixto, consiste en seguir a lo largo del tiempo una muestra amplia de niños, estableciendo un calendario de acuerdo con el cuál se miden los niños disponibles en cada ocasión, de manera que unos abandonan el estudio y otros se incorporan. De hecho, más que un estudio longitudinal es una serie de estudios transversales sucesivos y, en lugar de ventajas, reúne los inconvenientes de ambos modelos (Tanner et al 1986b).

Por el contrario, el denominado estudio longitudinal mixto ligado o encadenado ha sido diseñado para obtener datos longitudinales en un tiempo relativamente corto mediante el seguimiento simultáneo, durante 4 ó 6 años, de cohortes de niños, seleccionadas de forma que en su conjunto cubran todo el período de crecimiento (Johnston et al 1980, Tanner et al 1994).

Para que un estudio pueda ser incluido en esta categoría, y tenga validez, hay que cuidar que los periodos de máxima velocidad de crecimiento sean estudiados en el mismo grupo de niños y que la gráfica del estirón puberal se construya haciendo coincidir el

pico de crecimiento máximo de los distintos sujetos. Además, es obligado que los distintos grupos se superpongan durante un año para poder analizar y eventualmente corregir la distorsión producida por la selección de las cohortes (Johnston et al 1980, Tanner et al 1994). Cuando al hacer este análisis y comparar las medias no existe diferencia entre ellas, se puede afirmar que las muestras son representativas de la misma población y los resultados son superponibles a los de un estudio longitudinal puro pero sin los inconvenientes derivados de su larga duración.

Finalmente, otra posibilidad de estudio mixto es la utilización conjunta de datos longitudinales para la elaboración del perfil de la curva de crecimiento y utilizar datos de un estudio transversal más amplio para definir los percentiles extremos, que en los estudios longitudinales puros es prácticamente imposible establecer con un límite de confianza aceptable debido a la reducción de la muestra. Es la técnica seguida por Tanner para la construcción de los estándares británicos (Tanner et al 1966) y norteamericanos (Tanner et al 1985).

Los estándares de crecimiento son una representación de la distribución de frecuencias de una medida o combinación de medidas en una determinada población a distintas edades. Para que los resultados sean válidos para todos los individuos de esa población, es imprescindible que la muestra de la que se han obtenido sea representativa de dicha población. Esto exige definir biológica y demográficamente la población, garantizar que el procedimiento de selección de la muestra no introduce errores en la distribución de los parámetros y que el tamaño de la misma es suficiente para que el error sea inferior al que se haya considerado aceptable al diseñar el estudio (Hernández et al 1982, Goldstein et al 1986)

La definición de la población debe tener en cuenta las características étnicas y un conjunto de factores biológicos, demográficos y socioeconómicos que pueden influir sobre el patrón de crecimiento (Goldstein et al 1980, Healy et al 1989). Cuando se pretenda utilizar los estándares obtenidos para poblaciones distintas, es necesario validarlos mediante un estudio transversal que permita conocer si la distribución de las medidas y el grado de dispersión es similar o difiere de la población original. La selección de la muestra es un punto capital y la utilización de una técnica inadecuada, una de las causas de error más frecuente al programar un estudio de crecimiento, ya que la mayoría de las técnicas estadísticas utilizadas asumen que la muestra se ha obtenido de manera aleatoria (Goldstein et al 1986).

La forma más simple y más correcta de seleccionarla es hacerlo completamente al azar, pero en la práctica esto suele ser imposible y hay que recurrir a muestras más o menos estratificadas o a una selección en varias fases, de forma que la unidad básica no sea un individuo, sino un colectivo (escuela, centro de higiene infantil, barrio, etc.). En este caso es aconsejable que la probabilidad de selección sea proporcional al tamaño para obtener una muestra autocompensada. Es fundamental evitar los errores sistemáticos y para ello hay que esforzarse para que la elección conserve en la mayor proporción posible un componente aleatorio o de azar.

El tamaño de la muestra tiene que ser suficientemente pequeño para que sea manejable, pero suficientemente grande para que proporcione el grado de precisión deseado. Para ello hay que fijar previamente el máximo error tolerable y a continuación hacer un estudio piloto para conocer la media y el error estándar de la media (Goldstein et al 1986).

En la práctica, para obtener patrones adecuados de los principales parámetros antropométricos, se necesitan como mínimo 100 sujetos por sexo y grupo de edad, pero

para precisar con garantía los percentiles extremos, es preferible disponer de 200 ó 300, y estas cifras tendrán que aumentarse si se quieren analizar algunas medidas que tienen una mayor dispersión o para investigaciones más precisas o estudios de correlación (Van Wieringen et al 1980, Hernández et al 1982)

El análisis de los datos es una parte fundamental del estudio, ya que solamente cuando éstos se procesan correctamente, los resultados adquieren suficiente fiabilidad. Los tres aspectos más importantes del proceso son: comprobación de la forma de la función de cada variable, estimación de las curvas de crecimiento y estudio de las relaciones entre variables (Hernández et al 1982).

Es imprescindible comprobar la forma de las funciones para saber si siguen o no una distribución normal. En el primer caso, como sucede con la talla, la talla sentado y la longitud de los miembros, los límites y el intervalo de confianza se pueden calcular directamente; en caso contrario, es necesario hacer una transformación de la escala (generalmente una transformación logarítmica) para normalizar la distribución y evitar los errores que se producen cuando ésta no es gaussiana o utilizar tests no paramétricos. Las curvas de crecimiento se construyen a partir de los valores de las medias y las desviaciones estándar. Si se trata de un estudio transversal, solamente se podrán obtener curvas acumulativas o de distancia que reflejan los valores alcanzados por cada variable en las distintas edades. Los estudios longitudinales permiten, además, valorar los cambios que se producen a lo largo del tiempo y construir curvas de velocidad mediante el análisis de los incrementos.

El ajuste de los datos numéricos a una curva es importante, ya que permite una interpretación matemática de los datos biológicos de los cuales se pueden derivar ecuaciones para probar o desechar determinadas hipótesis. Además, los modelos

matemáticos de seguimiento son muy adecuados para analizar algunos hechos importantes, como el brote de crecimiento puberal o comparar entre sí grupos de datos. Por ser el crecimiento un proceso tan complejo es muy difícil encontrar una función que se adapte y ha sido necesario dividirlo en ciclos y ajustar separadamente cada uno de ellos. Esto conlleva una serie de inconvenientes que se derivan sobre todo de las variaciones individuales en el comienzo de dichos ciclos, como sucede por ejemplo con la aceleración puberal (Hauspie et al 1990, Healy et al 1989).

El estudio de las relaciones de las distintas variables entre si es un aspecto del mayor interés. La aplicación de diferentes técnicas de análisis multivariado ha permitido valorar objetivamente las interrelaciones entre los distintos parámetros morfofisiológicos del individuo, así como entre éstos y los parámetros paternos o entre éstos y una serie de factores paragenéticos y ambientales (Hernández et al 1982b). La ventaja de estos métodos frente a las técnicas bivariadas es que permiten evaluar la influencia relativa de un número de variables independientes sobre una variable dependiente.

En esencia, todos consisten en reducir las variables independientes a un número reducido de factores o componentes principales. Estos factores se utilizan como variables independientes en estudios de correlación, regresión múltiple. Especialmente esta última técnica es útil para determinar la proporción de la varianza de una variable (por ejemplo, la talla), que es explicada por la acción directa de una variable causal (por ejemplo, talla media de los padres), así como la parte explicada por la suma de los efectos de dos o más variables independientes (por ejemplo, talla de los padres y factores socioeconómicos).

La introducción de estas técnicas de análisis estadístico, que parten de un modelo matemático más próximo a la realidad, ha contribuido decisivamente al conocimiento de

las variaciones fisiológicas y patológicas del crecimiento. Sin embargo, no hay que olvidar que todos estos métodos se basan en una serie de premisas tales como la precisión de las medidas, selección correcta de la muestra, normalidad de la distribución de los datos, relación lineal entre las variables, etc, que si no son tenidas en cuenta conducirán a resultados erróneos a pesar de que el procesamiento de los datos se haga con rigor y con una técnica depurada.

UTILIDAD DE LAS TABLAS DE CRECIMIENTO

Tanto la talla como el resto de los datos antropométricos son variables continuas que se agrupan alrededor de la media, bien siguiendo una distribución normal o quasinormal, como sucede con la talla o las medidas segmentarias, o de una manera asimétrica, como en el caso del peso, panículo adiposo y perímetro del brazo.

Esto significa que un determinado valor de cualquiera de estos parámetros no permite asegurar si se trata de una situación normal o anormal; únicamente se puede afirmar el lugar que ocupa dentro de la distribución de valores de esa medida, y si se encuentra o no dentro de los límites de variación normal. Para señalar estos límites se pueden utilizar los percentiles o la desviación típica o desviación estándar.

El uso de los percentiles tiene la ventaja de que su interpretación es más fácil y además pueden utilizarse en todas las situaciones, incluso para valorar aquellas variables como el peso, o el pliegue cutáneo, que no siguen una distribución normal. Sin embargo, tienen dos inconvenientes; en primer lugar, tienden a exagerar las diferencias de los valores próximos a la media, mientras que amortiguan o minimizan las diferencias de los situados en los extremos. Además, no sirven para análisis estadísticos ulteriores ni para controlar con precisión la evolución de un niño individualmente, ni comparar grupos de pacientes de distintas edades y sexos afectados de un mismo proceso. Para esto es mucho más adecuado utilizar como medida la desviación estándar, que se corresponde con los percentiles si la distribución es normal, pero en cambio resulta ininterpretable cuando la distribución no es gaussiana (Tanner et al 1994). Sin embargo, aun en estos casos puede resultar útil para el seguimiento de un determinado niño y ver si su patrón de crecimiento tiende a mejorar o a empeorar con el tiempo. En la práctica,

para calcularla se utiliza la Z score que permite conocer el múltiplo o fracción de desviaciones estándar que un sujeto se separa de la media.

Existen dos tipos o modelos de curvas de crecimiento para uso clínico, las curvas de distancia y las curvas de incrementos o curvas de velocidad. Además, para determinadas situaciones o enfermedades que cursan con crecimiento disarmónico, alteraciones extremas del ritmo madurativo o de la nutrición se han desarrollado curvas especiales, denominadas condicionadas o adaptadas y se utilizan, además de los parámetros antropométricos fundamentales; talla y peso, otras medidas segmentarias e índices que resultan de establecer relaciones entre ellas.

Las curvas de distancia reflejan la talla o el peso alcanzados a las distintas edades; es decir, son curvas acumulativas. Son las primeras que hay que utilizar siempre, y las únicas que pueden usarse en la primera consulta, si no se dispone de datos previos. Sin embargo, no puede olvidarse que son curvas acumulativas y reflejan la evolución desde el nacimiento, no lo que está sucediendo en el momento de la observación. Por eso, nunca se puede descartar una alteración del crecimiento en un único examen, cualquiera que sea el percentil en que se encuentre el sujeto en la curva de distancia, si no se conoce la velocidad de crecimiento, ya que, por ejemplo, un niño que ha crecido normalmente en el percentil 50 hasta los 8 años y desde los 8 a los 9 años no crece nada se encontrará a esa edad en el percentil 15; es decir, su situación en la curva de distancia es normal. Carecen, por tanto, de sensibilidad para detectar cambios o alteraciones recientes, a no ser que éstos tengan una intensidad grande o una duración prolongada. Cuando sucede así, esto se refleja en la curva de distancia en forma de cambio de

percentil, que hay que considerarlo patológico, excepto en los primeros 2 años o durante la pubertad.

Aunque existen diferencias de criterios en la interpretación de los datos, inicialmente deben considerarse patológicos a los sujetos que se alejan más de tres desviaciones estándar de la media o se sitúan más allá de los percentiles 1 ó 99, mientras que los situados entre los percentiles 1 y 3 ó 97 y 99 o entre ± 2 y ± 3 desviaciones estándar son casos límite que es necesario seguir cuidadosamente. Para aclarar si se trata de individuos normales, que representan el extremo de la distribución normal, o de casos patológicos, lo más útil es recurrir a las curvas corregidas en función de la talla media de los padres, que permiten una mayor precisión y en las cuales una desviación superior a dos desviaciones estándar de la media es ya significativa (Tanner et al 1970). El empleo de estas gráficas, junto con la valoración de la maduración ósea, es la forma más eficaz de detectar a los niños con retraso constitucional del crecimiento y la pubertad y diferenciarlos inicialmente de los que tienen un déficit aislado de hormona de crecimiento.

Las curvas de velocidad son curvas de incrementos y reflejan inmediatamente los cambios que se producen en el ritmo de crecimiento. La mayoría de los niños con problemas de crecimiento tienen una velocidad de crecimiento baja, y el control de ésta es un método mucho más eficaz para diagnosticar precozmente los cuadros patológicos. Como ya se ha señalado no pueden obtenerse más que a través de un estudio longitudinal; las diferencias entre las distintas edades en los estudios transversales expresan la diferencia de las medias y no se pueden calcular los percentiles; además, durante la pubertad se distorsiona el perfil de la curva. Las curvas de velocidad hay que usarlas con rigor, ya que de lo contrario se pueden cometer errores importantes. En

primer lugar los controles deben ser anuales (entre 9 y 15 meses) y nunca hacerse en plazos inferiores a 6 meses, ya que en periodos más cortos el error de la doble medida sumado al efecto estacional sobre el crecimiento conlleva una gran imprecisión. El segundo aspecto a tener en cuenta es el diferente significado que tienen los percentiles de velocidad en relación con los de la curva de distancia. En ésta lo normal es que, a partir de los 2 años, el sujeto se mantenga en el mismo canal y, tanto si está en el percentil 25 como en el 10, seguirá en ellos y la talla final será normal. Por el contrario, en las curvas de velocidad la situación en el percentil 25 no es suficiente para que se mantenga en el mismo canal en la curva de distancia y acabará con una talla final inferior, por eso en la práctica debe considerarse patológica siempre una velocidad situada en el percentil 10. Si se encuentra en el percentil 25 hay que considerarla inicialmente normal pero si se mantiene en él durante un período superior a 2 ó 3 años, debe vigilarse la posición en la curva de distancia, ya que probablemente se desviará del canal inicial y perderá talla (Tanner et al 1994). La repercusión será distinta según el percentil en que se encuentre al comienzo; por eso en estos casos hay que valorar cuidadosamente ambas curvas

Para hacer más preciso el estudio antropométrico y adaptarlo a las distintas situaciones individuales se han elaborado una serie de curvas, denominadas genéricamente condicionadas o adaptadas. Son curvas obtenidas en muestras de subpoblaciones que por alguna razón se separan de la población normal. De hecho, las que se usan habitualmente son ya curvas adaptadas o condicionadas por el sexo, puesto que tienen en cuenta esta particularidad y evitan la imprecisión y el error que conllevaría el uso de unas curvas únicas para niños y niñas.

Otro tipo de curvas condicionadas son las que tienen en cuenta el ritmo madurativo y en la pubertad separan los valores de los maduradores lentos y los tardíos; fueron introducidas por Nancy Bayley para hacer más precisa la predicción de talla con su método (Bayley et al 1956). Posteriormente Tanner incorporó este factor a los estándares británicos (Tanner et al 1976) y a los norteamericanos (Tanner et al 1985).

Éste es un aspecto importante y debe ser tenido en cuenta para evitar errores en la pubertad (Hernández et al 1988); sin embargo, la utilidad de señalar los valores de las situaciones extremas, en las cuales solamente se sitúa un número muy reducido de niños es discutible, ya que la mayoría estarán en posiciones intermedias y por consiguiente deben evaluarse "a ojo" como señala el propio Tanner (Tanner et al 1966). Junto a éstas, las curvas que tienen en cuenta o relacionan la talla del niño con la de los padres son las más importantes. Con ellas se pretende enjuiciar con más precisión la situación de un niño concreto, basándose en el hecho de que existe una correlación elevada ($r = 0,63$) entre la talla de los hijos y la talla media de los padres. Existen dos aproximaciones distintas al problema, que han originado dos tipos de curvas distintas, unas publicadas por Tanner, en las que se hace una proyección de la situación del niño en los percentiles de las tablas normales a la que le correspondería de acuerdo con la talla media de los padres (Tanner et al 1970) que tienen el inconveniente de que sólo son válidas de los 2 a los 9 años. La otra forma de abordar el problema es la propuesta por Himes, Roche y Thissen quienes en lugar de coeficientes de correlación utilizan coeficientes de regresión específica para la edad y el sexo entre la talla media de los padres y la del hijo y han publicado unas curvas basadas en los datos del estudio del NCHS y un programa de ordenador para calcularlas (Himes et al 1981). La ventaja es que pueden utilizarse desde el nacimiento hasta los 18 años.

Una tercera utilización de la talla media de los padres, que en la práctica ha tenido una aplicación más amplia, ha sido la estimación de la talla diana o talla genética. Se calcula sumando la talla de ambos padres, dividiéndola por 2 y sumándole o restándole 6,5 cm, según que se trate de un niño o una niña.

Un último grupo de curvas especiales son las curvas específicas para niños con algunos procesos crónicos que permiten estimar con más precisión su patrón de crecimiento viendo el canal en que se sitúan dentro de ellas y enjuiciar con más precisión la eficacia del tratamiento. En el momento actual hay curvas para el síndrome de Turner, Down acondroplasia y diversos síndromes dismórficos y para pacientes con insuficiencia renal crónica (Shaefer et al 1990).

OBJETIVOS

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivos principales:

- 1- Valorar el crecimiento y el estado nutricional en una muestra amplia de niños, adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid.
- 2- Elaborar tablas y curvas de tipificación ponderal para la población de estudio.
- 3- Comprobar si existen o no diferencias de talla, peso e IMC entre la población de Madrid y las incluidas en el Estudio transversal español 2008.

Objetivos secundarios:

- 4- Comparar nuestros datos con los estudios de crecimiento corrientemente utilizados como patrones de referencia en nuestro medio.
- 5- Comparar nuestros datos con los estudios de crecimiento realizados previamente sobre la población de Madrid.
- 6- Comparar nuestros datos con los estudios realizados hace 20 años o más y con los estudios de crecimiento más recientes realizados en poblaciones europeas, asiáticas, y americanas

HIPÓTESIS

La hipótesis de nuestro estudio es que los datos del Estudio español de crecimiento 2008 son aplicables en la Comunidad Autónoma de Madrid.

Podría considerarse a la población española actual como una población homogénea desde el punto de vista antropométrico y extender por tanto la aplicabilidad del Estudio español de crecimiento 2008 al resto del país.

SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODOS

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Estudio transversal de base poblacional

Universo

Población que reside en la Comunidad Autónoma de Madrid

Población de estudio

Población de ambos sexos de 3-24 años residentes en la Comunidad Autónoma de Madrid.

Territorio de estudio

Comunidad Autónoma de Madrid

Periodo de estudio

Corte transversal de 15 meses de duración, que se inició a finales de 2007 y finalizó en 2009.

Tamaño muestral

La Comunidad Autónoma de Madrid según el padrón de 2007 tiene una población de 6.008.183 habitantes, de los cuales 2.908.654 son varones y 3.099.529 son mujeres. De ellos, 1.386.923 presentan edades comprendidas entre 3-24 años siendo 707.403 varones y 679.520 mujeres. De todos ellos 1.008.824 realizan estudios de educación no universitaria, 514.551 varones y 494.273 mujeres; y 227.988 son universitarios, 116.285

varones y 111.703 mujeres. Se calculó el tamaño muestral, con una confianza del 95% y una precisión del error estándar de la media $\times 1,96$ tomando como referencia los valores de media y desviación estándar para cada intervalo de edad, en función del sexo, del estudio de Carrascosa realizado en 2004 (Carrascosa et al 2004a). Teniendo en cuenta este tamaño muestral necesario para la representatividad, se realizaron un total de 6463 valoraciones (3055 mujeres y 3408 varones).

Selección de la muestra

Se realizó un muestreo por conglomerados entre todos los colegios y universidades de la Comunidad Autónoma de Madrid estratificando por edades y sexo: a) niños/as y adolescentes de 3 a 18 años agrupados en intervalos de 6 meses de edad hasta los 16 años tanto en hombres como en mujeres. A partir de esta edad se ha realizado en intervalos de un año, y b) adultos/as jóvenes de 18 a 24 años de edad que fueron considerados como un único grupo. Los centros fueron seleccionados al azar, mediante aleatorización simple. Se seleccionó un número de centros superior al necesario, ya que, era posible que la dirección de alguno de ellos rechazara su inclusión en el estudio. La selección de las unidades dentro de cada centro se realizó mediante muestreo aleatorio simple en cada estrato.

Criterios de inclusión

Niños, adolescentes y adultos jóvenes con edades comprendidas entre 3 y 24 años que residan en poblaciones de la Comunidad Autónoma de Madrid. Todos los sujetos eran de raza caucásica, de origen español y estaban sanos.

Criterios de exclusión

No fueron incluidos aquellos sujetos que presentaban enfermedades crónicas que pudieran afectar potencialmente al crecimiento (inmunodeficiencias, enfermedad celiaca, hepatopatías crónicas, enfermedad inflamatoria intestinal, enfermedad renal crónica, asma crónico, fibrosis quística del páncreas, cardiopatías congénitas, talasemia mayor, neoplasias, diabetes mellitus) o que padecieran algún tipo de osteocondrodisplasia o algún otro tipo de malformación musculoesquelética mayor, como malformaciones congénitas o adquiridas de la columna vertebral o de las extremidades.

Recogida de la información y elaboración del instrumento

Contacto con los sujetos del estudio

Para seleccionar los sujetos se solicitó a la Delegación de Educación la relación de centros escolares y/o universitarios públicos, concertados y privados de la Comunidad Autónoma de Madrid. Se contactó con las Direcciones de los colegios y universidades seleccionados. En cada centro seleccionado se realizaron las mediciones a aquellos sujetos que cumplían los criterios de inclusión del estudio. El peso y la talla, fueron determinados por un único observador utilizando siempre el mismo material instrumental.

Realización de la entrevista

Se realizó una entrevista individualizada en la que se determinó: peso, talla, e índice de masa corporal. Se utilizó para las mediciones un tallímetro rígido inextensible

transportable y una báscula de precisión. Fueron determinados por un único observador utilizando siempre el mismo material instrumental. Las entrevistas fueron realizadas por una persona entrenada en técnicas de medición auxológica. La talla se valoró en bipedestación y descalzos con el mismo tallímetro transportable, rígido, adosado a la pared con un intervalo de 60 a 210 cm y precisión de 0.1 cm. La técnica para su valoración se realizó en tres pasos: El sujeto se posiciona: 1) Pegado a la pared con cuatro puntos de apoyo: occipucio, hombros, nalgas y talones; 2) Con la cabeza horizontal y mirada al frente; 3) Respetando la línea de Frankfurt (extremo externo de la hendidura palpebral en el mismo plano que el orificio del CAE). El peso se cuantificó en ropa interior en las edades más jóvenes y con camiseta y/o pantalón en edades posteriores. En esta última situación se descontaron entre 300-800 gramos según el tipo de ropa con la que se realizó la pesada. Estos valores fueron obtenidos realizando pesadas de ropa de características similares a las que portaba el sujeto en el momento de la valoración. El sujeto estaba de pie sin tocar nada e inmóvil y se utilizó para su medición una báscula de precisión previamente equilibrada. El índice de masa corporal (IMC) fue calculado con la fórmula: $IMC = \text{peso(kg)} / \text{talla}^2(\text{m})$.

Manual de operaciones

Previamente a la implementación del estudio se realizó una adaptación del protocolo que recogió toda aquella información destinada a garantizar la uniformidad de los procedimientos durante todo el estudio. Todos los profesionales que participaban en el estudio consultaron frecuentemente este manual de operaciones.

Ficha técnica (Anexo I)

VARIABLES DEL ESTUDIO

- Sociodemográficas: sexo y edad
- Antropométricas: talla, peso e índice de masa corporal.

Validación y control de calidad de los datos

Los resultados de las mediciones se anotaron en una ficha técnica, y fueron archivados en una base de datos especialmente diseñada para el estudio. La codificación se realizó para todas aquellas variables que entraban en el análisis como numéricas según el tipo. El sexo, como variable dicotómica, hombre = 1, mujer = 2. Las variables cuantitativas en su valor numérico. Cada ficha técnica fue verificada en cuanto a la totalidad de su llenado y la coherencia de sus datos. La fiabilidad de las mediciones fue optimizada ya que se contó con aparatos de medición apropiados y suficientemente precisos, personal entrenado en técnicas auxológicas y realizarse controles periódicos y frecuentes de calidad, tanto del aparataje como del personal encargado de la recogida de los datos.

Consideraciones éticas

Protección de los datos y consentimiento informado

Se envió una carta informativa con la justificación del estudio y explicando detalladamente el procedimiento a las Direcciones de los centros escolares. Éstos se encargaron de distribuir dichos documentos a los padres de los alumnos. En los centros universitarios se entregó la carta informativa y los consentimientos informados en mano. Fueron excluidos aquellos sujetos que expresaron su no deseo de participar en el

mismo. En ningún caso se incluyó en la base de datos, dato alguno que pudiera directa o indirectamente identificar a ningún sujeto de modo individualizado. Con ello se han respetado las normas internacionales de protección de datos, así como la legislación española vigente (Ley Orgánica 15/1999 del 13/12/99 de Protección de Datos de Carácter Personal, BOE 298 de 14/12/99). El protocolo fue remitido al comité de Ética e Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid (Anexo II)

Carta de Información al Paciente (Anexo III)

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva para todos los parámetros, que incluye mediciones de la tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas. Se han examinado las diferencias entre los datos de Madrid y las poblaciones incluidas en el Estudio transversal español 2008 mediante regresión lineal múltiple del logaritmo de la talla, el peso y el IMC ajustado por grupo de edad y por área geográfica de procedencia. Se ha utilizado el procedimiento de comparaciones múltiples de Tukey para los contrastes de los diferentes rangos de edad. El análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SAS versión 8.2. Para la construcción de los estándares de crecimiento normalizados se estimaron las curvas de referencia de centiles utilizando el método LMS descrito por Cole et al (Cole 1990, Cole 2006, Cole et al 2007). El ajuste de este método se realizó mediante el programa LMS Chartmaker Pro.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Sesgo de selección

La selección de la muestra es un punto capital, y la utilización de una técnica inadecuada, una de las causas de error más frecuente al programar un estudio de crecimiento, ya que la mayoría de las técnicas estadísticas utilizadas asumen que la muestra se ha obtenido de manera aleatoria. La forma más sencilla y correcta de seleccionar la muestra es hacerlo completamente al azar, pero en la práctica esto es casi imposible de realizar. Por esta razón hemos recurrido a muestras estratificadas, seleccionadas en varias fases, de forma que la unidad básica no sea el individuo sino un colectivo, en este caso, un colegio o una universidad. En España, prácticamente toda la población infantil se encuentra escolarizada, al ser ésta obligatoria. De todas maneras no se están teniendo en cuenta a la hora de seleccionar la muestra aquellos niños que por la razón que sea no han sido escolarizados. Lo mismo ocurre con los universitarios. A la hora de seleccionar la muestra de adultos jóvenes entre 18-24 años se ha recurrido a la población universitaria pudiendo no ser ésta representativa de este grupo de edad en la población estudiada.

Aunque la validez interna del estudio pudiera verse afectada por la negativa a participar en el estudio de sujetos por vergüenza u otra causa, al encontrarse en percentiles elevados o bajos de peso, talla etc, y al contrario, que existiera una alta tasa de participación en aquellos sujetos que se encuentren más motivados y satisfechos con su imagen corporal y que tengan más interés por sus medidas, la negativa voluntaria a participar en nuestro estudio fue realmente poco frecuente, de menos de 10 sujetos del total de la muestra.

Sesgos de información

El principal problema que condiciona la utilidad clínica de la antropometría es la falta de fiabilidad de las mediciones. Toda medición antropométrica conlleva un margen de error. En la práctica, una forma de mejorar la fiabilidad de las mediciones es usar la media de dos o más mediciones. Sin embargo, la mejora de la exactitud de la medición es escasa, ya que al no ser mediciones ciegas, sino hechas por el mismo observador en rápida sucesión, su correlación entre sí es muy alta. Este tipo de error fue minimizado al contar con preciso material instrumental, personal entrenado en técnicas auxológicas y controles periódicos y frecuentes de calidad, tanto del aparataje como de la persona encargada de las mediciones.

PLAN DE TRABAJO

- Aprobación del protocolo
- Redacción manual del procedimiento definitivo
- Contacto con los centros escolares y/o universitarios – consentimiento informado
- Comprobación técnica del material instrumental: control de calidad
- Realización de las mediciones
- Recogida de la información
- Introducción de la información en base de datos codificada
- Reuniones de seguimiento
- Análisis estadístico
- Elaboración de comunicaciones a congresos
- Elaboración de publicaciones
- Realización de informe final, presentación de los resultados y conclusiones

Relación de investigadores, cargo y centros de trabajo

Investigador principal

- Diego López de Lara (Médico Adjunto, Especialista de Área en Pediatría. Servicio de Pediatría del Hospital Clínico San Carlos de Madrid).

Investigadores asociados

- Paloma Santiago Paniagua (Médico Adjunto, Especialista de Área en Medicina Familia y Comunitaria. EAP San Blas. Parla. Madrid)
- Antonio Carrascosa Lezcano (Jefe de Servicio de Pediatría. Catedrático de Pediatría. Universidad Autónoma de Barcelona. Unidad de Endocrinología y Adolescencia. Hospital Materno-Infantil Vall d'Hebrón de Barcelona).
- Ricardo Gracia Bouthelier (Jefe de Servicio de Endocrinología Infantil. Hospital La Paz de Madrid)
- Juan Pedro López-Siguero (Jefe de Servicio de Endocrinología Infantil Hospital Clínico de Granada)
- Elena Sánchez González (Jefe de Servicio de Pediatría. Hospital de Basurto)
- Ángel Ferrández-Longás (Jefe de Servicio de Pediatría Hospital Miguel Server de Zaragoza)

Plan de difusión

Relevancia del proyecto en cuanto a su impacto clínico y/o asistencial

La entrevista clínica realizada recoge los principales datos antropométricos de una muestra amplia de niños, adolescentes y adultos jóvenes, seleccionada mediante aleatorización simple, de la población de la Comunidad Autónoma de Madrid. El impacto de este estudio afecta a múltiples instituciones y organismos públicos y privados como podrían ser: hospitales públicos o privados, centros de salud o consultas privadas, donde se realicen valoraciones del crecimiento y/o del estado nutricional, ya que disponen de unas curvas de crecimiento tanto de talla, peso y IMC ajustadas por edad y sexo, realizadas en Madrid y convenientemente actualizadas. Si tenemos en cuenta que la comparación de los estudios transversales más importante realizados en otras comunidades autónomas y provincias, Andalucía, Bilbao, Zaragoza o Barcelona, no mostraron diferencias significativas en las medias de los parámetros antropométricos fundamentales, peso, talla, IMC, ni en la talla final, excepto con un estudio gallego realizado en 1980, apoyamos la hipótesis de que no existen diferencias significativas entre las distintas regiones pudiendo considerarse la población española actual como una población homogénea desde el punto de vista antropométrico como ha sido señalado por otros autores. Por tanto, las observaciones realizadas en nuestro trabajo podrían incluso extenderse al ámbito nacional y ser tenidas en cuenta por profesionales que trabajen en otras comunidades autónomas.

Relevancia del proyecto en cuanto a su impacto bibliométrico

Una vez concluido el estudio se procede a la difusión de los resultados mediante la publicación en revista nacional. De hecho se encuentra en construcción la actualización de las tablas del Estudio transversal español de crecimiento 2008 fusionando estos datos

con los de nuestro estudio, configurándose el Estudio transversal español de crecimiento 2010. Por la importancia del estudio es probable que sea citado y referenciado por las publicaciones científicas posteriores sobre el mismo tema.

Medios disponibles para la realización del proyecto

Centros:

- Hospital Clínico San Carlos: Unidad de Endocrinología Infantil.
- Hospital Clínico San Carlos: Unidad de Apoyo a la Investigación del Servicio de Medicina Preventiva.
- Hospital Materno-Infantil Vall d'Hebrón: Servicio de Endocrinología Infantil y Adolescencia
- Hospital Materno-Infantil La Paz. Servicio de Endocrinología Infantil y Adolescencia

Material

- Tallímetro rígido inextensible
- Báscula de precisión

TAMAÑO MUESTRAL

Mujeres		Varones	
Edad	TME / TMR	Edad	TME / TMR
3.00	115/20	3.00	189/37
3.50	104/117	3.50	155/125
4.00	118/117	4.00	130/129
4.50	88/106	4.50	121/126
5.00	112/127	5.00	88/127

5.50	90/108	5.50	81/138
6.00	98/124	6.00	95/122
6.50	91/93	6.50	90/105
7.00	101/141	7.00	92/127
7.50	90/111	7.50	86/109
8.00	98/154	8.00	95/119
8.50	82/107	8.50	100/140
9.00	100/137	9.00	111/127
9.50	81/126	9.50	104/122
10.00	100/120	10.00	93/114
10.50	83/125	10.50	105/141
11.00	98/111	11.00	110/124
11.50	87/93	11.50	92/114
12.00	96/94	12.00	85/136
12.50	86/64	12.50	101/93
13.00	93/76	13.00	109/80
13.50	86/41	13.50	96/65
14.00	81/76	14.00	100/62
15.00	94/102	14.50	109/76
16.00	93/81	15.00	102/157
17.00	89/94	16.00	85/107
18+	363/390	17.00	87/116
		18+	393/370

Tamaño de la muestra estimado (TME) / Tamaño de la muestra real (TMR)

RESULTADOS

En las tablas 1,2,3,4,5 y 6 se exponen los valores de la media aritmética y desviación estándar de peso, talla e IMC por grupos de edades para varones y mujeres. Se indica también el número de individuos evaluados. En las tablas 7, 8 y 9 se muestra la distribución percentilada de la talla, peso e IMC para los varones y en las tablas 10, 11 y 12 para las mujeres. En las figuras 1, 2 y 3 se representan las curvas percentiladas de talla, peso e IMC para mujeres, y en las figuras 4, 5 y 6 para los varones.

En las mujeres se observa un ascenso progresivo de la talla hasta los 16 años, momento en el cual se estabiliza, existiendo posteriormente una diferencia de 0,8 cm entre el valor de la media de los 16 años de edad y el de las adultas jóvenes. Los valores máximos de peso e IMC se alcanzan a los 16-18 años de edad, no observándose diferencias respecto a los del grupo de adultas jóvenes. En los varones ocurre algo similar, aunque los valores más elevados de talla, peso, e IMC se observan no a los 16 años de edad, ni a los 18 años, sino en el grupo de adultos con una diferencia de 3,7 cm de talla, 9,8 kg de peso y 2,2 puntos de IMC respecto del grupo de 16 años.

Al comparar nuestro trabajo con el Estudio transversal español 2008 no encontramos diferencias significativas entre ambas poblaciones (Tablas 13, 14, 15 y 16). Los datos presentados son totalmente superponibles entre ambos estudios y sólo hemos encontrado diferencias en el peso e las mujeres a la edad de 8,5 años (Tabla 15), en el de los hombres a los 5, 8 y 8,5 años (Tabla 13) así como en la talla de los varones a los 11 años (Tabla 14). Las diferencias del logaritmo de la talla son prácticamente inexistentes entre los diferentes centros (Tablas 19 – 30). Dado que la diferencia es prácticamente de “0” se consideran estos hallazgos casuales y sin relevancia clínica. Estas diferencias en términos absolutos (sin transformación logarítmica) no pasaban de 1 cm en el caso de la

mayor diferencia entre 2 centros (Madrid vs Ferrández et al 2005). En el caso de las chicas la máxima diferencia era de 1,2 cm y se producía entre los centros de Madrid y Andalucía (López-Siguero et al 2008). En el caso del peso las máximas diferencia entre el centro de Madrid y otros centros era de 1,2 Kg. en chicos y 1,8 Kg. en chicas (teniendo en cuenta que estas diferencias están ajustadas por edad). Tampoco hemos encontrado diferencias significativas con el estudio longitudinal realizado en 2009 por Durá-Travé, que incluye población hasta los 16 años (Tablas 33 y 34)

Respecto a los datos correspondientes a estándares utilizados corrientemente en nuestro medio (Tabla 17) y a estudios españoles realizados hace más de 20 años (Tabla 31) observamos un incremento en los valores de peso y talla adultas como ya ocurrió en el Estudio transversal español.

Al comparar la talla y el peso a los 4,6,8,10 y 14 años con dichos estudios observamos un incremento en los valores de todos los percentiles de igual forma que con el peso y la talla adulta. (Tablas 33 y 34)

También hemos comparado nuestros datos con otros estudios realizados sobre la población de Madrid (Tabla 32) encontrando diferencias importantes en todos los percentiles de talla adulta con el estudio de Moreno et al de 1988 (Moreno et al 1988); En varones 2,2 cm en percentil 3; 3,5 cm en percentil 50 y 1,9 cm en el percentil 97. En mujeres también se observaron diferencias significativas aunque de menor magnitud (Tabla 32). Respecto del estudio de Rosique et al de 2001 los datos son bastante similares a los de nuestro estudio exceptuando el percentil 50 de talla adulta masculina, ya que encontramos una diferencia de 1,8 cm.

En la tabla 18 se muestran los datos de las medias y desviación estándar de peso, talla e IMC de población adulta, de los estudios transversales más recientes que se han realizado en poblaciones europeas, asiáticas y americanas. Se representan gráficamente en la Figura 11. Las tallas adulta de los estudios belga, holandés y sueco, son superiores en hombres (2.4 cm en el de Suecia, 3 cm en el de Bélgica y 6 cm en el de Holanda) y en mujeres (2.6 cm en el de Bélgica, 3.5 cm en el de Suecia y 6.6 cm en el de Holanda) a las de nuestro estudio. Sin embargo, los valores del IMC de nuestro estudio son superiores en los varones y similares en las mujeres. La talla adulta de los varones correspondiente a los estudios francés y suizo es similar a la de nuestro estudio, mientras que los valores del IMC son inferiores. Lo mismo ocurre con el estudio realizado en Alemania aunque al haber sido realizado en reclutas su fiabilidad no es tan buena como en un estudio prospectivo, ya que se han podido medir por varios observadores y en condiciones diversas (calzados, descalzos etc...). Las poblaciones de la India, de Argentina, de Hong-Kong y del Reino Unido presentan una talla media inferior a la del presente estudio en ambos sexos y unos valores de IMC inferiores en el sexo masculino y similares en el femenino. Lo mismo ocurre con el estudio estadounidense salvo que los IMC tanto en hombres como en mujeres son superiores a los de nuestro estudio.

Por último, en las Figuras 7,8,9 y 10 se comparan percentiles de talla e IMC entre los estudios de Bilbao 1988 (Hernández et al 1988), Transversal español 2008 (Carrascosa et al 2008) y el estudio de crecimiento de la OMS 2006 (WHO 2006). En la Figura 12 se exponen datos de la tendencia secular de talla adulta mundial (Hauspie et al 1997)



Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar
3	20	13,5	1,5
3,5	117	15,2	2,0
4	117	16,1	2,0
4,5	106	17,6	2,6
5	127	18,2	2,6
5,5	108	19,3	3,4
6	124	20,7	3,2
6,5	93	22,6	3,8
7	141	23,9	4,3
7,5	111	26,0	4,3
8	154	27,1	5,0
8,5	107	28,1	5,0
9	137	30,8	6,2
9,5	126	32,6	6,9
10	120	34,3	6,8
10,5	125	37,8	8,3
11	111	40,6	8,2
11,5	93	42,9	7,0
12	94	43,8	9,0
12,5	64	46,8	8,0
13	76	47,8	8,9
13,5	41	47,7	8,3
14	36	53,4	8,1
14,5	40	51,4	9,5
15	59	54,4	8,3
15,5	43	54,7	10,6
16	81	55,8	8,1
17	94	56,1	8,1
18	63	56,6	10,3
Adultos	327	57,4	7,8
	3055		

Tabla 1: Valores de media aritmética y desviación estándar de peso (Kg) en mujeres



Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar
3	20	95,9	2,5
3,5	117	100,1	4,3
4	117	103,8	3,8
4,5	106	106,5	4,3
5	127	109,9	4,4
5,5	108	113,2	4,6
6	124	116,9	4,3
6,5	93	120,0	4,8
7	141	123,0	4,8
7,5	111	126,2	4,8
8	154	128,7	4,8
8,5	107	130,3	5,4
9	137	135,0	6,2
9,5	126	137,0	6,2
10	120	139,9	5,9
10,5	125	144,4	6,9
11	111	148,2	6,5
11,5	93	151,1	6,4
12	94	152,4	6,1
12,5	64	156,9	5,5
13	76	157,8	6,0
13,5	41	160,3	5,9
14	36	161,4	7,0
14,5	40	160,0	6,3
15	59	163,7	6,2
15,5	43	162,2	5,5
16	81	163,8	5,7
17	94	162,6	5,1
18	63	164,2	6,1
Adultos	327	164,6	6,0
	3055		

Tabla 2: Valores de media aritmética y desviación estándar de talla (cm) en mujeres



Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar
3	20	14,6	1,1
3,5	117	15,2	1,4
4	117	14,9	1,4
4,5	106	15,4	1,5
5	127	15,0	1,5
5,5	108	15,0	1,9
6	124	15,1	1,6
6,5	93	15,6	1,9
7	141	15,7	2,2
7,5	111	16,3	2,0
8	154	16,3	2,5
8,5	107	16,5	2,4
9	137	16,8	2,3
9,5	126	17,3	2,7
10	120	17,4	2,6
10,5	125	18,0	2,9
11	111	18,3	2,7
11,5	93	18,7	2,6
12	94	18,7	3,2
12,5	64	19,0	3,0
13	76	19,1	3,1
13,5	41	18,5	2,5
14	36	20,5	2,9
14,5	40	20,1	3,8
15	59	20,3	3,0
15,5	43	20,8	4,0
16	81	20,8	2,6
17	94	21,2	3,0
18	63	21,0	3,4
Adultos	327	21,2	2,5
	3055		

Tabla 3: Valores de media aritmética y desviación estándar de Índice de masa corporal (IMC) en mujeres

--

Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar
3	37	14,9	1,9
3,5	125	15,5	2,2
4	129	16,8	2,3
4,5	126	17,6	2,5
5	127	18,4	2,5
5,5	138	19,7	2,8
6	122	21,5	3,6
6,5	105	23,1	4,4
7	127	24,3	4,0
7,5	109	25,8	4,9
8	119	26,6	4,2
8,5	140	29,7	6,2
9	127	31,2	6,1
9,5	122	34,5	6,9
10	114	34,2	7,0
10,5	141	36,7	7,9
11	124	40,1	8,1
11,5	114	41,8	8,4
12	136	43,6	8,8
12,5	93	47,5	8,8
13	80	49,4	9,3
13,5	65	49,7	8,3
14	62	57,5	13,1
14,5	76	55,6	8,5
15	86	61,7	9,9
15,5	71	62,7	9,8
16	107	66,3	10,7
17	116	68,9	10,3
18	94	71,2	10,0
Adultos	276	76,1	11,6
	3408		

Tabla 4: Valores de media aritmética y desviación estándar de de peso (kg) en varones

--

Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar
3	37	98,1	4,1
3,5	125	100,6	3,9
4	129	104,5	4,0
4,5	126	107,8	4,2
5	127	110,2	4,2
5,5	138	114,2	4,4
6	122	117,7	4,8
6,5	105	121,2	4,7
7	127	123,9	5,4
7,5	109	127,1	6,1
8	119	129,6	4,7
8,5	140	133,2	5,7
9	127	135,8	6,2
9,5	122	139,0	6,5
10	114	139,4	5,9
10,5	141	142,9	6,6
11	124	147,3	5,7
11,5	114	148,4	5,8
12	136	151,4	7,0
12,5	93	154,8	5,9
13	80	158,6	7,6
13,5	65	159,9	7,2
14	62	165,7	8,1
14,5	76	167,0	6,5
15	86	171,2	6,8
15,5	71	172,7	5,6
16	107	174,3	6,2
17	116	175,5	6,3
18	94	177,6	5,9
Adultos	276	178,0	6,3
	3408		

Tabla 5: Valores de media aritmética y desviación estándar de de talla (cm) en varones

--

Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar
3	37	15,4	1,2
3,5	125	15,2	1,4
4	129	15,3	1,5
4,5	126	15,1	1,4
5	127	15,1	1,6
5,5	138	15,1	1,4
6	122	15,5	1,8
6,5	105	15,6	2,1
7	127	15,8	1,9
7,5	109	15,9	2,0
8	119	15,8	1,9
8,5	140	16,6	2,5
9	127	16,8	2,4
9,5	122	17,7	2,6
10	114	17,5	2,7
10,5	141	17,9	3,0
11	124	18,4	3,0
11,5	114	18,9	3,2
12	136	18,9	3,0
12,5	93	19,7	2,9
13	80	19,5	2,9
13,5	65	19,4	2,4
14	62	20,8	3,6
14,5	76	19,9	2,6
15	86	21,0	2,9
15,5	71	21,0	2,7
16	107	21,8	3,1
17	116	22,3	3,1
18	94	22,6	2,8
Adultos	276	24,0	3,3
	3408		

Tabla 6: Valores de media aritmética y desviación estándar de de IMC en varones

PESO														
	p2	p3	p10	p15	p20	p25	p50	p75	p80	p85	p90	p97	p98	
3	11,4	11,4	11,9	12,5	13,8	14,3	14,9	15,8	15,8	16,1	17,0	18,5	18,7	
3,5	12,3	12,4	13,0	13,3	13,7	14,1	15,4	16,3	16,9	17,3	18,6	19,4	21,6	
4	13,3	13,7	14,2	14,5	14,9	15,2	16,4	17,8	18,6	19,2	19,7	21,4	21,7	
4,5	13,5	13,7	14,7	15,2	15,6	16,0	17,4	18,9	19,3	19,6	20,5	22,5	23,1	
5	13,0	13,5	15,5	16,1	16,4	17,2	18,4	20,1	20,3	20,6	21,5	22,8	24,1	
5,5	15,3	15,5	16,7	17,0	17,7	17,9	19,2	21,0	21,5	22,1	23,2	26,8	27,0	
6	16,5	16,6	17,5	17,9	18,1	18,6	21,2	23,6	24,4	25,2	26,2	29,1	29,4	
6,5	17,5	17,6	18,7	19,3	19,8	20,3	21,9	25,3	26,4	27,6	28,4	32,6	33,4	
7	17,7	17,8	19,4	20,7	21,4	21,8	23,6	26,3	28,3	28,8	30,7	31,9	32,6	
7,5	19,1	19,1	20,8	21,8	22,0	22,4	25,4	28,1	28,7	30,1	32,1	36,4	42,5	
8	20,3	20,6	21,5	22,6	23,3	24,1	26,1	28,7	29,6	30,5	31,9	35,9	37,1	
8,5	21,9	21,3	22,1	23,3	24,7	26,1	28,9	32,3	33,9	36,2	38,4	43,6	46,4	
9	23,7	22,7	24,6	25,3	26,0	26,9	30,5	34,2	35,5	37,4	39,7	46,0	46,8	
9,5	23,7	24,1	25,5	26,8	28,1	29,6	34,0	38,4	40,2	41,0	43,5	50,5	52,6	
10	23,8	24,0	25,9	27,8	28,3	29,0	32,6	38,4	39,5	42,7	45,1	48,6	49,2	
10,5	26,0	26,1	28,3	29,4	30,3	31,2	35,5	41,0	41,8	42,5	46,3	56,5	58,3	
11	29,0	29,2	30,7	32,3	32,7	34,4	39,4	44,4	45,7	47,5	49,2	56,5	60,1	
11,5	28,7	29,5	31,4	33,3	34,4	36,1	40,5	46,7	48,3	52,0	53,9	58,3	59,2	
12	26,9	28,3	34,0	35,5	36,2	37,4	42,9	49,2	51,0	53,7	56,3	62,2	62,9	
12,5	32,8	34,2	36,7	38,4	40,2	41,1	45,9	54,0	54,7	56,2	58,1	63,6	67,7	
13	31,6	32,5	38,3	39,5	41,2	42,8	49,1	54,5	56,6	59,0	61,3	65,5	67,7	
13,5	35,8	38,5	39,9	41,1	41,9	43,2	49,2	56,1	57,4	59,5	61,0	65,1	68,3	
14	35,6	37,4	42,7	45,2	49,1	49,6	55,6	65,3	67,0	72,5	73,8	81,7	86,8	
14,5	42,7	43,6	47,4	49,3	49,9	50,9	55,5	59,1	62,9	66,3	68,4	70,5	75,2	
15	43,5	46,4	50,6	52,3	53,2	54,5	60,2	66,9	70,2	73,7	77,3	80,7	83,0	
15,5	44,6	45,6	52,6	54,0	56,1	56,7	60,6	67,3	68,8	71,0	78,7	83,1	83,4	
16	50,2	50,6	53,6	56,1	59,8	60,5	64,8	71,6	73,3	77,2	78,6	87,1	90,6	
17	52,4	53,0	58,0	59,2	60,7	62,1	66,2	75,0	77,2	79,8	81,6	90,0	92,5	
18	52,5	53,0	60,1	62,6	63,3	65,0	70,6	76,1	78,0	80,1	83,9	92,0	98,3	
Adultos	57,6	59,0	64,4	66,1	66,7	67,0	74,5	81,7	83,7	84,9	92,4	98,8	102,5	

Tabla 7: Distribución percentilada del peso (Kg) en varones

TALLA													
	p2	p3	p10	p15	p20	p25	p50	p75	p80	p85	p90	p97	p98
3	91,6	91,6	92,5	94,6	94,6	94,6	98,4	100,6	102,1	103,1	103,6	106,2	106,4
3,5	92,1	93,5	96,1	96,5	97,4	98,0	100,4	103,6	103,8	104,8	105,8	107,9	108,6
4	97,4	97,8	99,1	100,0	100,9	102,0	104,5	107,5	108,0	108,6	110,0	112,0	112,0
4,5	100,2	101,2	102,6	103,6	104,1	105,1	107,4	110,4	111,6	112,1	113,5	116,3	117,4
5	99,3	101,0	104,9	106,0	107,2	108,1	111,0	113,0	113,6	114,0	114,8	116,9	117,8
5,5	106,9	107,2	108,9	109,2	110,1	111,1	114,1	117,1	117,6	118,4	120,3	123,6	124,4
6	110,3	110,5	111,6	111,9	112,4	114,1	118,1	120,6	121,1	122,2	123,1	126,8	128,8
6,5	112,1	112,6	115,5	117,0	117,5	117,8	121,1	124,2	124,7	126,5	127,8	129,5	129,8
7	114,3	114,4	117,6	118,1	119,1	119,8	124,0	126,4	127,0	128,6	131,0	134,8	135,9
7,5	115,1	116,5	120,8	122,2	122,8	123,4	127,5	131,2	132,0	133,0	134,8	138,6	138,6
8	120,2	120,7	124,0	124,7	125,8	126,2	129,8	132,8	133,5	135,2	135,6	138,0	138,8
8,5	123,2	123,4	126,7	127,6	128,7	129,5	132,4	136,6	138,0	139,5	141,1	143,7	144,3
9	124,3	125,5	128,3	129,0	130,1	132,2	135,5	139,1	139,8	142,2	145,1	146,8	148,0
9,5	127,1	128,5	131,2	132,6	133,6	134,6	138,3	143,1	144,0	145,6	147,0	150,1	150,3
10	128,4	130,1	131,9	132,7	134,8	135,5	138,8	143,3	144,5	146,7	148,1	149,6	150,3
10,5	131,0	131,8	134,5	136,5	137,1	138,2	143,0	146,2	147,7	150,4	151,6	155,8	156,6
11	136,8	137,8	140,1	140,7	141,9	143,1	147,3	151,6	152,7	153,6	154,7	157,8	157,9
11,5	137,1	137,6	141,1	141,6	143,7	144,0	147,9	152,9	153,5	154,5	156,4	159,0	159,1
12	137,4	138,1	142,1	144,5	146,0	147,4	151,4	156,1	156,7	158,4	160,5	164,9	166,3
12,5	141,3	142,3	146,1	148,4	150,2	152,3	156,1	159,0	159,0	160,0	160,4	164,9	166,5
13	143,4	144,2	149,1	150,7	151,9	153,9	158,3	163,5	164,6	166,1	168,5	171,5	172,5
13,5	142,5	142,6	152,2	153,6	154,2	154,4	159,7	164,5	164,6	166,1	168,9	171,5	171,9
14	147,6	147,9	155,4	156,8	158,5	160,5	167,8	170,4	171,9	173,7	174,6	177,5	178,4
14,5	153,3	154,3	159,3	162,2	163,0	163,3	167,1	170,5	171,2	172,2	174,3	178,4	181,8
15	156,1	158,1	161,6	165,0	166,1	167,9	171,4	176,2	176,9	177,6	179,4	183,9	184,0
15,5	156,7	159,1	166,1	168,7	170,2	170,7	173,1	176,5	177,0	177,4	181,6	182,5	182,8
16	162,4	162,4	167,2	168,8	170,1	171,0	173,9	178,0	180,1	180,6	181,6	186,8	187,3
17	161,7	164,1	168,5	170,1	170,8	171,5	174,1	180,0	181,0	182,2	184,1	187,3	187,9
18	165,4	165,6	169,4	172,6	174,4	175,0	177,7	181,0	181,7	182,7	185,3	188,1	189,4
Adultos	164,8	166,4	170,1	171,9	172,5	173,2	178,0	182,6	183,5	184,6	186,9	189,2	190,0

Tabla 8: Distribución percentilada de talla (cm) en varones

	IMC															
	p2	p3	p10	p15	p20	p25	p50	p75	p80	p85	p90	p97	p98			
3	13,6	13,6	13,7	13,9	14,2	14,3	15,4	16,4	16,6	16,6	16,7	16,8	17,1			
3,5	13,0	13,0	13,8	14,1	14,1	14,3	15,0	15,9	16,2	16,6	16,8	16,8	20,0			
4	13,1	13,2	13,6	13,8	14,2	14,4	15,0	16,1	16,4	16,6	17,1	18,1	18,8			
4,5	12,9	13,1	13,8	13,9	14,0	14,2	15,1	15,8	16,1	16,2	16,6	17,3	17,8			
5	12,3	12,5	13,1	13,7	14,1	14,3	15,0	16,0	16,3	16,6	17,0	18,2	18,4			
5,5	12,8	12,9	13,6	13,8	13,9	14,0	15,0	15,7	15,9	16,3	16,8	17,8	19,5			
6	12,7	12,9	13,4	13,8	14,0	14,3	15,2	16,3	16,7	17,4	18,4	19,7	20,0			
6,5	12,6	12,7	13,3	13,7	14,1	14,3	15,3	16,5	17,1	17,8	18,2	19,4	20,2			
7	12,9	13,1	13,7	13,9	14,3	14,6	15,3	16,5	17,2	18,2	18,6	19,6	20,6			
7,5	13,3	13,5	13,8	14,1	14,3	14,6	15,6	16,3	16,7	17,6	18,5	21,4	22,5			
8	13,3	13,4	14,0	14,2	14,3	14,4	15,3	16,7	17,2	17,8	18,7	20,1	20,6			
8,5	13,0	13,1	14,0	14,3	14,6	14,9	16,1	17,9	18,4	18,6	19,7	22,8	23,3			
9	13,1	13,3	14,3	14,7	14,9	15,4	16,5	18,9	19,7	19,8	20,3	22,0	22,9			
9,5	13,3	13,6	14,4	14,8	15,3	15,8	17,6	18,9	19,7	20,3	21,6	23,3	23,4			
10	13,8	14,1	14,5	14,7	15,0	15,3	17,0	19,2	19,8	20,1	21,1	23,8	24,1			
10,5	14,1	14,2	14,6	14,9	15,2	15,5	17,2	19,7	20,4	21,0	21,6	25,4	26,0			
11	13,6	13,8	14,9	15,5	15,9	16,4	18,2	19,8	20,7	21,1	21,9	24,5	26,3			
11,5	14,3	14,4	15,2	15,7	16,1	16,6	18,4	20,5	21,4	22,4	23,0	25,6	26,0			
12	14,1	14,3	15,3	15,9	16,2	16,8	18,4	20,7	21,4	22,6	23,3	24,8	25,9			
12,5	15,0	15,2	16,0	16,3	17,0	17,5	18,9	21,3	22,0	22,7	24,0	24,9	25,3			
13	15,4	15,4	15,9	16,6	17,5	17,7	19,0	21,8	21,6	22,5	24,1	25,6	26,2			
13,5	15,5	15,5	16,2	17,3	17,5	17,6	19,0	20,9	21,4	21,6	21,9	24,2	25,2			
14	15,7	16,1	17,1	17,6	18,0	18,4	20,0	21,8	22,7	24,5	25,3	27,6	29,3			
14,5	16,6	16,6	17,2	17,5	17,7	18,0	19,0	21,2	21,8	23,0	24,4	25,6	25,7			
15	16,9	17,0	17,7	17,9	18,3	18,7	20,4	21,9	22,5	23,2	24,8	27,0	28,2			
15,5	16,6	17,0	18,0	18,8	19,2	19,3	20,7	23,6	22,4	22,9	24,8	27,7	28,2			
16	17,5	17,5	18,8	19,4	19,6	19,7	21,2	23,6	24,0	24,6	26,1	29,9	30,0			
17	17,9	18,3	19,3	19,6	19,9	20,3	21,7	24,0	24,6	25,0	25,8	27,7	28,2			
18	18,1	18,4	19,5	19,9	20,2	20,6	21,9	24,0	24,3	25,2	26,0	29,3	30,0			
Adultos	18,8	19,3	20,4	20,8	21,2	21,9	23,7	26,0	26,5	27,0	28,2	30,3	33,2			

Tabla 9: Distribución percentilada del IMC en varones

PESO													
	p2	p3	p10	p15	p20	p25	p50	p75	p80	p85	p90	p97	p98
3	10,9	11,1	12,0	12,1	12,3	12,5	13,6	14,5	14,6	15,3	15,6	15,7	15,7
3,5	11,9	11,9	12,7	13,4	13,6	13,9	15,2	16,5	17,0	17,2	17,6	18,6	19,3
4	12,5	12,5	13,4	13,8	14,3	14,6	16,3	17,5	17,6	17,6	18,2	20,6	20,9
4,5	13,5	13,8	14,7	15,0	15,2	15,4	17,5	19,2	19,8	20,2	20,6	23,3	24,0
5	14,3	14,5	15,4	15,7	16,1	16,3	17,8	19,4	19,9	20,3	21,3	23,4	26,3
5,5	14,5	14,7	16,3	16,6	16,7	17,2	18,5	20,9	21,3	22,1	22,9	29,6	30,2
6	15,9	16,1	17,2	17,8	18,3	18,6	20,3	21,9	22,9	24,4	25,3	28,3	29,4
6,5	16,6	16,8	18,5	19,2	19,4	19,9	21,8	25,1	25,6	26,6	27,4	30,8	31,9
7	17,2	17,7	18,9	20,0	20,3	20,8	23,2	26,6	27,5	28,2	29,5	31,9	33,6
7,5	19,6	20,0	21,2	21,8	22,2	22,8	25,6	28,0	28,7	29,5	30,3	35,5	37,6
8	19,3	19,8	21,6	22,2	22,8	23,6	26,1	30,3	31,6	33,0	34,2	39,3	40,0
8,5	19,9	19,9	22,1	22,9	23,9	24,3	27,5	35,2	36,5	37,5	39,3	43,9	44,2
9	21,2	21,5	24,1	24,5	25,4	26,3	29,6	35,2	36,5	37,5	39,3	43,9	44,2
9,5	22,0	23,2	25,7	26,7	27,3	28,1	31,1	35,8	36,7	39,6	41,8	49,9	51,8
10	20,6	20,8	26,1	27,7	28,7	29,6	34,1	38,8	40,0	41,1	42,7	48,5	49,1
10,5	25,5	26,3	28,6	29,3	31,1	31,7	36,0	42,7	44,0	46,9	49,4	54,8	57,5
11	26,8	27,7	30,6	31,2	32,3	34,1	40,9	45,4	46,7	47,4	48,8	55,3	57,0
11,5	31,1	32,0	34,7	36,1	36,7	37,4	42,0	46,4	48,9	50,5	52,7	57,5	58,3
12	29,6	29,9	31,6	34,3	35,1	37,6	41,9	50,3	51,5	53,4	55,8	61,5	63,2
12,5	33,5	34,9	37,5	38,5	41,7	42,6	46,0	49,6	49,7	53,5	57,8	65,1	65,2
13	34,9	35,1	38,2	40,4	41,2	41,7	45,8	52,5	54,3	55,4	57,3	69,0	73,5
13,5	35,4	36,2	38,6	40,4	40,6	41,1	47,0	50,8	55,5	56,8	58,5	66,0	68,4
14	39,9	40,0	42,1	43,6	46,1	48,3	53,4	58,0	59,0	60,4	63,8	68,7	69,7
14,5	36,9	37,1	41,3	43,0	43,7	46,2	49,7	55,8	56,7	58,5	60,2	75,9	77,7
15	42,0	42,4	44,0	46,8	47,5	48,2	54,0	57,5	60,7	61,6	63,8	72,9	73,1
15,5	43,6	44,3	46,7	47,2	48,2	48,7	53,7	56,5	57,6	59,4	64,4	78,8	86,3
16	43,8	43,9	46,0	46,8	47,0	50,5	55,1	60,6	62,4	63,5	65,7	73,0	76,7
17	44,2	45,2	47,6	48,8	50,0	51,1	55,3	59,2	59,8	62,2	66,6	75,5	76,4
18	43,7	43,9	47,8	49,4	50,4	51,5	53,5	59,2	62,4	65,4	71,7	78,0	85,3
Adultos	45,4	46,4	49,4	50,7	51,5	52,2	56,4	60,7	62,5	64,1	67,3	74,1	77,4

Tabla 10: Distribución percentilada del peso (Kg) en mujeres

	TALLA													
	p2	p3	p10	p15	p20	p25	p50	p75	p80	p85	p90	p97	p98	
3	90,6	91,1	93,6	93,7	94,4	94,8	95,9	97,1	97,4	98,3	99,0	99,8	100,1	
3,5	91,4	91,7	95,4	96,3	97,1	97,6	99,9	102,4	103,4	104,3	105,0	108,4	109,7	
4	97,4	97,8	99,0	99,7	100,2	100,6	104,1	106,2	106,6	107,7	108,1	110,4	110,8	
4,5	98,5	98,8	100,1	101,9	103,0	103,7	107,0	109,6	109,6	110,8	112,1	114,5	115,0	
5	100,9	101,9	104,1	105,2	106,5	107,3	109,9	112,5	113,3	114,4	115,8	119,0	119,3	
5,5	104,6	105,0	107,9	108,6	109,8	110,1	112,6	116,2	117,3	118,6	119,4	121,2	121,9	
6	108,5	109,3	111,0	112,4	113,1	113,9	116,9	119,5	120,0	121,2	122,0	124,8	125,4	
6,5	111,3	111,6	113,9	115,2	115,9	116,1	119,7	123,2	124,7	125,2	125,7	129,0	129,4	
7	114,6	114,9	117,4	118,5	119,4	120,2	122,6	125,7	126,5	128,0	129,2	133,2	133,8	
7,5	117,6	118,2	119,8	120,8	122,1	122,8	126,5	129,1	130,0	131,5	132,0	135,2	136,1	
8	119,0	119,5	122,9	124,5	125,3	125,8	128,7	131,2	131,9	133,0	134,9	139,0	139,2	
8,5	120,2	121,1	123,5	124,5	125,3	126,7	130,7	133,5	135,0	137,0	137,6	139,3	140,0	
9	121,9	122,7	127,3	128,9	130,2	131,4	134,0	139,0	140,4	142,1	143,0	147,3	148,7	
9,5	124,5	124,9	128,8	131,5	132,2	133,2	137,6	140,9	142,2	142,8	145,0	147,5	149,0	
10	125,6	127,3	132,5	133,4	135,5	136,3	139,7	144,9	145,6	145,6	146,7	149,1	150,0	
10,5	132,8	133,4	135,9	136,6	138,1	139,6	144,4	149,4	150,1	152,1	153,6	156,2	157,2	
11	135,4	136,1	140,1	141,0	142,0	143,6	148,5	152,1	153,9	155,2	156,0	158,9	159,8	
11,5	139,7	140,9	142,9	144,1	146,4	147,1	150,6	156,9	157,6	158,3	159,7	162,0	164,6	
12	139,7	140,0	144,6	147,6	148,4	149,0	152,9	155,9	156,5	157,7	159,4	164,4	164,6	
12,5	148,0	148,1	151,0	152,1	152,6	152,9	156,6	160,5	161,4	161,7	164,0	167,4	167,5	
13	147,6	147,7	149,5	150,3	152,0	153,9	157,5	162,0	163,0	163,9	165,7	166,9	168,6	
13,5	148,4	149,2	153,5	155,1	155,5	156,4	160,0	163,6	164,2	166,6	169,6	171,3	171,9	
14	148,1	149,1	153,6	156,1	156,6	157,1	160,6	166,7	169,1	170,1	170,9	173,0	173,0	
14,5	150,3	150,9	152,0	153,4	154,0	155,3	160,5	164,6	166,1	166,6	166,8	168,4	170,8	
15	151,2	153,2	156,9	157,6	158,2	158,5	164,0	166,9	168,4	169,9	171,3	177,2	178,6	
15,5	153,3	153,8	155,5	156,7	157,2	158,0	161,6	165,5	166,4	167,7	169,0	171,3	172,6	
16	153,7	154,5	156,7	158,1	159,3	159,7	163,4	167,6	168,8	170,9	171,5	173,2	173,9	
17	153,9	154,1	156,1	157,1	158,4	159,3	162,3	165,4	166,0	167,1	168,1	172,6	173,7	
18	153,6	153,9	156,7	157,9	158,6	159,5	164,1	168,4	169,1	171,6	171,9	176,3	177,1	
Adultos	153,5	154,4	157,4	158,4	159,9	160,5	164,1	169,0	170,0	171,2	173,0	176,2	176,8	

Tabla 11: Distribución percentilada de la talla (cm) en mujeres

	IMC														
	p2	p3	p10	p15	p20	p25	p50	p75	p80	p85	p90	p97	p98		
3	12,9	12,9	13,5	13,7	13,8	13,9	14,5	15,4	15,7	15,7	15,9	16,5	16,8		
3,5	12,6	12,7	13,4	13,9	14,1	14,2	15,2	16,1	16,2	16,4	16,9	18,2	18,5		
4	12,8	12,8	13,2	13,4	13,6	14,0	14,9	15,8	15,9	16,1	16,2	18,6	18,8		
4,5	13,3	13,3	13,9	14,0	14,1	14,2	15,2	16,3	16,8	16,9	17,2	19,3	19,4		
5	12,8	12,9	13,4	13,6	13,9	14,0	14,9	15,7	15,9	16,1	16,5	17,9	18,8		
5,5	12,6	12,6	13,1	13,3	13,6	13,8	14,7	15,5	15,7	16,3	17,3	20,7	21,4		
6	12,6	12,8	13,3	13,4	13,7	14,0	14,8	15,7	16,1	16,7	17,7	19,0	19,0		
6,5	12,3	12,8	13,5	14,0	14,2	14,4	15,1	16,7	16,9	17,5	18,3	19,6	19,9		
7	12,5	12,6	13,4	13,7	13,8	14,0	15,4	17,1	17,4	18,1	19,2	20,3	20,6		
7,5	13,3	13,4	14,1	14,4	14,7	14,8	16,0	17,2	17,5	18,1	19,0	21,1	21,6		
8	13,0	13,1	13,6	13,8	14,4	14,6	15,5	17,7	18,1	19,2	19,8	22,1	22,4		
8,5	13,6	13,6	14,0	14,4	14,5	14,7	15,6	17,7	18,1	18,8	19,6	22,2	22,2		
9	12,7	13,2	14,1	14,5	14,8	15,0	16,4	18,2	18,6	19,0	19,8	21,3	21,9		
9,5	12,6	13,3	14,5	14,8	15,1	15,3	16,7	19,0	19,5	19,9	20,4	23,3	24,2		
10	13,1	13,1	14,3	14,8	15,0	15,4	17,1	18,8	19,9	20,6	21,3	22,4	23,1		
10,5	13,5	13,7	14,9	15,3	15,4	15,7	17,7	19,4	20,4	21,4	22,1	24,2	24,6		
11	13,8	14,1	15,1	15,5	15,9	16,3	18,3	19,7	20,4	21,3	21,7	23,4	23,7		
11,5	14,3	15,0	15,8	16,0	16,4	16,9	18,2	20,5	21,2	21,4	22,2	23,3	23,7		
12	14,3	14,3	14,8	15,1	15,6	16,3	18,2	20,8	21,8	22,2	23,0	25,3	25,9		
12,5	14,8	15,0	15,7	16,3	16,6	16,8	18,4	20,5	21,0	21,9	22,8	27,2	27,3		
13	15,4	15,7	16,2	16,5	16,6	17,1	18,2	20,9	21,1	21,9	22,9	24,5	27,3		
13,5	14,4	14,4	15,5	15,7	15,8	16,9	18,6	20,0	20,1	21,1	21,4	23,0	23,6		
14	16,7	16,8	17,1	17,4	17,8	18,5	20,4	21,6	22,3	22,8	24,4	27,0	27,3		
14,5	15,4	15,9	16,5	17,2	17,6	18,3	19,3	20,8	21,4	21,8	22,7	30,6	31,0		
15	15,6	16,2	17,0	17,5	18,3	18,6	20,0	21,4	22,0	22,9	23,5	28,2	29,2		
15,5	17,2	17,2	18,1	18,5	18,7	18,9	20,5	21,6	22,5	23,1	23,5	27,5	29,2		
16	16,5	16,6	17,5	18,2	18,4	18,7	20,5	22,3	22,6	23,8	24,3	26,5	25,6		
17	16,8	17,3	18,3	18,6	19,1	19,4	20,8	22,4	22,8	23,3	24,9	29,1	29,5		
18	16,9	17,1	18,1	18,4	18,7	18,9	20,1	21,6	22,4	24,5	25,8	28,1	30,3		
Adultos	17,7	17,9	18,7	19,0	19,2	19,5	20,7	22,2	22,6	23,1	24,0	27,1	28,6		

Tabla 12: Distribución percentilada del IMC en mujeres

Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey		
3	37	508	14,9	15,4	1,9	0,1399	No significativo
3,5	125	463	15,5	16,3	2,2	0,0004	No significativo
4	129	469	16,8	17,5	2,3	0,0015	No significativo
4,5	126	438	17,6	18,6	2,5	0,0015	No significativo
5	127	370	18,4	19,7	2,5	<0,0001	No significativo
5,5	138	364	19,7	21,4	2,8	<0,0001	0,0047
6	122	332	21,5	22,4	3,6	0,0379	No significativo
6,5	105	343	23,1	24,1	4,4	0,0486	No significativo
7	127	321	24,3	25,8	4,0	0,0009	No significativo
7,5	109	337	25,8	27,2	4,9	0,0164	No significativo
8	119	299	26,6	29,0	4,2	<0,0001	0,0106
8,5	140	338	29,7	32,2	6,2	0,0002	0,0760
9	127	339	31,2	33,4	6,1	0,0011	No significativo
9,5	122	369	34,5	35,4	6,9	0,2267	No significativo
10	114	374	34,2	36,8	7,0	0,0009	No significativo
10,5	141	378	36,7	38,8	7,9	0,0121	No significativo
11	124	369	40,1	41,4	8,1	0,1447	No significativo
11,5	114	342	41,8	43,1	8,4	0,1877	No significativo
12	136	319	43,6	46,4	8,8	0,0044	No significativo
12,5	93	301	47,5	49,2	8,8	0,1410	No significativo
13	80	331	49,4	50,3	9,3	0,4215	No significativo
13,5	65	341	49,7	54,6	8,3	<0,0001	No significativo
14	62	297	57,5	57,8	13,1	0,8943	No significativo
14,5	76	273	55,6	59,7	8,5	0,0012	No significativo
15	86	306	61,7	61,8	9,9	0,9684	No significativo
15,5	71	293	62,7	64,3	9,8	0,2943	No significativo
16	107	257	66,3	65,0	10,7	0,4133	No significativo
17	116	590	68,9	68,5	10,3	0,6973	No significativo
18	94	564	71,2	70,2	11,5	0,4232	No significativo
Adultos	276	1275	76,1	74,3	11,6	0,0124	No significativo

Tabla 13: Comparación del peso (Kg) en varones con el Estudio transversal español 2008 (Carrascosa et al 2008)

Madrid 2010
 España 2008

Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey			
3	37	508	98.1	97.1	4.1	3.2	0.1484	No significativo
3.5	125	463	100.6	100.0	3.9	4.0	0.1303	No significativo
4	129	469	104.5	103.7	4.0	4.1	0.0354	No significativo
4.5	126	438	107.8	106.6	4.2	4.1	0.0354	No significativo
5	127	370	110.2	110.2	4.2	4.5	0.9602	No significativo
5.5	138	364	114.2	113.6	4.4	4.4	0.1980	No significativo
6	122	332	117.7	116.5	4.8	5.0	0.0205	No significativo
6.5	105	343	121.2	120.3	4.7	5.1	0.1064	No significativo
7	127	321	123.9	123.4	5.4	5.4	0.4220	No significativo
7.5	109	337	127.1	126.1	6.1	5.6	0.1023	No significativo
8	119	299	129.6	129.1	4.7	5.5	0.3461	No significativo
8.5	140	338	133.2	132.6	5.7	5.8	0.2755	No significativo
9	127	339	135.8	134.3	6.2	5.4	0.0116	No significativo
9.5	122	369	139.0	137.4	6.5	6.0	0.0150	No significativo
10	114	374	139.4	139.7	5.9	6.1	0.6531	No significativo
10.5	141	378	142.9	142.2	6.6	6.9	0.2974	No significativo
11	124	369	147.3	144.8	5.7	6.0	<0.0001	No significativo
11.5	114	342	148.4	147.6	5.8	7.1	0.2462	No significativo
12	136	319	151.4	151.4	7.0	7.5	0.9585	No significativo
12.5	93	301	154.8	154.7	5.9	7.6	0.8505	No significativo
13	80	331	158.6	157.3	7.6	7.9	0.1690	No significativo
13.5	65	341	159.9	161.1	7.2	8.0	0.2784	No significativo
14	62	297	165.7	164.2	8.1	8.4	0.1898	No significativo
14.5	76	273	167.0	166.5	6.5	7.6	0.5454	No significativo
15	86	306	171.2	169.2	6.8	7.7	0.0358	No significativo
15.5	71	293	172.7	171.3	5.6	7.4	0.8800	No significativo
16	107	257	174.3	171.7	6.2	7.1	0.0061	No significativo
17	116	590	175.5	174.8	6.3	7.3	0.3154	No significativo
18	94	564	177.6	176.0	5.9	6.1	0.0157	No significativo
Adultos	276	1275	178.0	177.3	6.3	6.4	0.1319	No significativo

Tabla 14: Comparación de la talla (cm) en varones con el Estudio transversal español 2008 (Carrascosa et al 2008)

Madrid 2010 

España 2008 

Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey
3	20	13,5	1,5	0,0059	No significativo
3,5	117	15,2	2,0	0,1084	No significativo
4	117	16,1	2,0	0,0190	No significativo
4,5	106	17,6	2,6	0,0190	No significativo
5	127	18,2	2,6	<0,0001	No significativo
5,5	108	19,3	3,4	0,0110	No significativo
6	124	20,7	3,2	<0,0001	No significativo
6,5	93	22,6	3,8	0,0189	No significativo
7	141	23,9	4,3	0,0402	No significativo
7,5	111	26,0	4,3	0,0263	No significativo
8	154	27,1	5,0	0,0006	No significativo
8,5	107	28,1	5,0	<0,0001	No significativo
9	137	30,8	6,2	0,0037	No significativo
9,5	126	32,6	6,9	0,0114	No significativo
10	120	34,3	6,8	0,0047	No significativo
10,5	125	37,8	8,3	0,2176	No significativo
11	111	40,6	8,2	0,1030	No significativo
11,5	93	42,9	9,0	0,4514	No significativo
12	94	43,8	9,0	0,1111	No significativo
12,5	64	46,8	8,0	0,1257	No significativo
13	76	47,8	8,9	0,0020	No significativo
13,5	41	47,7	8,3	0,0002	No significativo
14	36	53,4	8,1	0,8760	No significativo
14,5	40	51,4	9,5	0,0176	No significativo
15	59	54,4	8,3	0,1353	No significativo
15,5	43	54,7	10,6	0,2021	No significativo
16	81	55,8	8,1	0,0495	No significativo
17	94	56,1	8,1	0,0758	No significativo
18	63	56,6	10,3	0,1565	No significativo
Adultos	327	57,4	7,8	0,7174	No significativo

Tabla 15: Comparación del peso (Kg) en mujeres con el Estudio transversal español 2008 (Carrascosa et al 2008)

Madrid 2010
 España 2008

Edad	Nº Casos	Media Aritmética	Desviación Estándar	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey
3	20	95,9	2,5	0,6052	No significativo
3,5	117	100,1	4,3	0,0010	No significativo
4	117	103,8	3,8	0,0379	No significativo
4,5	106	106,5	4,3	0,0379	No significativo
5	127	109,9	4,4	0,9143	No significativo
5,5	108	113,2	4,6	0,7493	No significativo
6	124	116,9	4,3	0,2667	No significativo
6,5	93	120,0	4,8	0,2134	No significativo
7	141	123,0	4,8	0,0306	No significativo
7,5	111	126,2	4,8	0,1466	No significativo
8	154	128,7	4,8	0,3115	No significativo
8,5	107	130,3	5,4	0,1288	No significativo
9	137	135,0	6,2	0,0416	No significativo
9,5	126	137,0	6,2	0,6685	No significativo
10	120	139,9	5,9	0,2347	No significativo
10,5	125	144,4	6,9	0,0730	No significativo
11	111	148,2	6,5	0,0004	No significativo
11,5	93	151,1	6,4	0,0056	No significativo
12	94	152,4	6,1	0,2717	No significativo
12,5	64	156,9	5,5	0,0040	No significativo
13	76	157,8	6,0	0,1661	No significativo
13,5	41	160,3	5,9	0,1735	No significativo
14	36	161,4	7,0	0,4547	No significativo
14,5	40	160,0	6,3	0,2343	No significativo
15	59	163,7	6,2	0,0931	No significativo
15,5	43	162,2	5,5	0,9766	No significativo
16	81	163,8	5,7	0,7742	No significativo
17	94	162,6	5,1	0,2722	No significativo
18	63	164,2	6,1	0,8203	No significativo
Adultos	327	164,6	6,0	0,0746	No significativo

Tabla 16: Comparación de la talla (cm) en mujeres con el Estudio transversal español 2008 (Carrascosa et al 2008)

Madrid 2010
 España 2008

Hombres						
Percentil		Madrid 2010	Carrascosa et al 2008	Hernández et al 2000	De la Puente et al 1997	Tanner et al 1965
3		166,4	166	164,2	163,5	162,8
10		170,1	169,2	167,9	167,4	166
50		178	177	175,6	173,7	175
90		186,9	186,1	183,3	183,3	183
97		189,2	190,3	187	186,5	187
Mujeres						
Percentil		Madrid 2010	Carrascosa et al 2008	Hernández et al 2000	De la Puente et al 1997	Tanner et al 1965
3		154,4	153,6	150,4	150,1	150,4
10		157,4	156,6	153,8	153,8	154
50		164,1	163,8	161,3	160,7	162
90		173	171,6	168,6	168,9	170
97		176,2	176,2	172	172,3	173,8

Tabla 17: Comparación de percentiles de talla adulta en cm con estándares utilizados en nuestro medio (Carrascosa et al 2008, Hernández et al 2000, De la Puente et al 1997, Tanner et al 1965)

	Varones				Mujeres			
	n	Talla en cm (DE)	Peso en kg (DE)	IMC (DE)	n	Talla en cm (DE)	Peso en kg (DE)	IMC (DE)
Fredricks et al 2000 - Holanda	226	184 (7,1)	75,3 (8,2)	22,1	226	170,6 (6,5)	63,3 (6,5)	21,9
Roelants et al 2009 - Bélgica	501	181 (7,4)	71,6 (7,6)	21,9 (1,9)	609	166,6 (5,5)	60 (6,7)	21,8 (2,3)
Albertsson et al 2002 - Suecia	1849	180,4 (6,5)	72,2 (10)	22,3	1801	167,5 (6,0)	61,2 (8,6)	21,8
Deeher et al 2004 - París	42	178,9 (5,3)	68,5 (12,2)	21,3 (3,6)	33	163,7 (8,2)	54,9 (10,4)	20,5 (2,6)
Hiermeyer et al 2009 - Alemania	320000	178,3	74,4	23,5				
Ruhli et al 2009 - Suiza	28512	178,1 (6,5)	72,6 (12,3)	22,9 (3,5)				
Madrid 2010	276	178 (6,4)	76 (11,6)	24 (3,3)	327	164 (6,0)	57,4 (7,8)	21,2 (2,5)
Carrascosa et al 2008 - España	1275	177,3 (6,4)	74,2 (11,2)	23,6 (3,2)	1292	163,9 (5,9)	57,6 (8,4)	21,4 (2,9)
McDowell et al 2002 - EEUU	275	176,7 (0,6)	78,2 (1,2)	24,9 (0,3)	262	162,9 (0,6)	67,9 (1,2)	25,5 (0,4)
Freeman et al 1995 - Reino Unido	409	176,4	66,2	21,3	284	163,6	57,2	21,5
Lejarraga et al 2009 - Argentina	709	172,9	65,8	22,2	762	160,71	53,3	20,8
So et al 2009 - Hong-Kong	468	171,7 (5,5)	62 (10,5)	21 (3,3)	453	158,7 (5,7)	51,1 (8,3)	20 (2,8)
Shadlikar et al 2009 - India	10496	170,4	61,5	21,1	8170	157,3	51,7	21,1

Tabla 18: Comparación de peso (Kg), talla (cm) e IMC adultas con los estudios más recientes en poblaciones europeas, asiáticas, y suramericanas (Fredricks et al 2000, Roelants et al 2009, Albertsson et al 2002, Deeher et al 2004, Hiermeyer et al 2009, Ruhli et al 2009, McDowell et al 2002, Carrascosa et al 2008, Freeman et al 1995, Lejarraga et al 2009, So et al 2009, Knadilkar et al 2009)

TABLA 19: Comparaciones de la talla (cm) por grupo de edad entre los centros del Estudio transversal de crecimiento 2008 (Carrascosa et al 2008) y Madrid en varones

	Carrascosa et al 2008	Madrid	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey
Talla de 3 años				
N	508	37		
Media (DE)	97,1 (3,2)	98,1 (4,1)	0,1484	No signif.
I.C. 95% de la media	(96,8 ; 97,4)	(96,7 ; 99,5)		
Mediana (P25/P75)	97,0 (95,0/99,0)	98,4 (94,6/100,6)		
Talla de 3.5 años				
N	463	125		
Media (DE)	100,0 (4,0)	100,6 (3,9)	0,1303	No signif.
I.C. 95% de la media	(99,6 ; 100,4)	(99,9 ; 101,3)		
Mediana (P25/P75)	100,0 (97,2/102,9)	100,4 (98,0/103,6)		
Talla de 4 años				
N	469	129		
Media (DE)	103,7 (4,1)	104,5 (4,0)	0,0354	No signif.
I.C. 95% de la media	(103,3 ; 104,0)	(103,8 ; 105,2)		
Mediana (P25/P75)	103,5 (101,0/106,5)	104,5 (102,0/107,5)		
Talla de 4.5 años				
N	438	126		
Media (DE)	106,6 (4,1)	107,8 (4,2)	0,0354	No signif.
I.C. 95% de la media	(106,2 ; 107,0)	(107,1 ; 108,5)		
Mediana (P25/P75)	106,2 (103,6/109,0)	107,4 (105,1/110,5)		
Talla de 5 de años				
N	370	127		
Media (DE)	110,2 (4,5)	110,2 (4,2)	0,9602	No signif.
I.C. 95% de la media	(109,8 ; 110,7)	(109,5 ; 111,0)		
Mediana (P25/P75)	110,3 (107,0/113,2)	111,0 (108,0/113,0)		
Talla de 5.5 años				
N	363	138		
Media (DE)	113,6 (4,4)	114,2 (4,4)	0,198	No signif.
I.C. 95% de la media	(113,2 ; 114,1)	(113,4 ; 114,9)		
Mediana (P25/P75)	114,0 (110,5/116,9)	114,1 (111,1/117,1)		
Talla de 6 de años				
N	332	122		
Media (DE)	116,5 (5,0)	117,7 (4,8)	0,0205	No signif.
I.C. 95% de la media	(116,0 ; 117,0)	(116,9 ; 118,6)		
Mediana (P25/P75)	116,3 (113,0/119,8)	118,1 (114,0/120,6)		
Talla de 6.5 años				
N	341	105		
Media (DE)	120,3 (5,1)	121,2 (4,7)	0,1064	No signif.
I.C. 95% de la media	(119,7 ; 120,8)	(120,3 ; 122,1)		
Mediana (P25/P75)	120,4 (116,3/124,0)	121,1 (117,8/124,2)		
Talla de 7 de años				
N	321	127		
Media (DE)	123,4 (5,4)	123,9 (5,4)	0,422	No signif.
I.C. 95% de la media	(122,8 ; 124,0)	(122,9 ; 124,8)		
Mediana (P25/P75)	123,4 (119,9/127,1)	124,0 (119,6/126,5)		
Talla de 7.5 años				
N	336	109		
Media (DE)	126,1 (5,6)	127,1 (6,1)	0,1023	No signif.
I.C. 95% de la media	(125,5 ; 126,7)	(126,0 ; 128,3)		
Mediana (P25/P75)	126,1 (122,2/129,5)	127,5 (123,4/131,2)		

Talla de 8 de años				
N	299	119		
Media (DE)	129,1 (5,5)	129,6 (4,7)	0,3461	No signif.
I.C. 95% de la media	(128,5 ; 129,7)	(128,8 ; 130,5)		
Mediana (P25/P75)	129,0 (126,2/132,9)	129,8 (126,1/133,0)		
Talla de 8.5 años				
N	337	140		
Media (DE)	132,6 (5,8)	133,2 (5,7)	0,2755	No signif.
I.C. 95% de la media	(132,0 ; 133,2)	(132,3 ; 134,2)		
Mediana (P25/P75)	132,5 (128,6/137,0)	132,4 (129,5/136,6)		
Talla de 9 de años				
N	339	127		
Media (DE)	134,3 (5,4)	135,8 (6,2)	0,0116	No signif.
I.C. 95% de la media	(133,7 ; 134,8)	(134,7 ; 136,8)		
Mediana (P25/P75)	134,5 (130,9/137,5)	135,5 (132,1/139,2)		
Talla de 9.5 años				
N	369	122		
Media (DE)	137,4 (6,0)	139,0 (6,5)	0,015	No signif.
I.C. 95% de la media	(136,8 ; 138,0)	(137,8 ; 140,1)		
Mediana (P25/P75)	137,3 (133,1/141,8)	138,3 (134,6/143,1)		
Talla de 10 de años				
N	374	114		
Media (DE)	139,7 (6,1)	139,4 (5,9)	0,6531	No signif.
I.C. 95% de la media	(139,1 ; 140,3)	(138,3 ; 140,5)		
Mediana (P25/P75)	139,6 (135,4/143,9)	138,8 (135,4/143,3)		
Talla de 10.5 años				
N	378	141		
Media (DE)	142,2 (6,9)	142,9 (6,6)	0,2974	No signif.
I.C. 95% de la media	(141,5 ; 142,9)	(141,8 ; 144,0)		
Mediana (P25/P75)	142,3 (137,4/147,4)	143,0 (138,2/146,2)		
Talla de 11 de años				
N	369	124		
Media (DE)	144,8 (6,0)	147,3 (5,7)	<0,0001	0,0046*
I.C. 95% de la media	(144,2 ; 145,4)	(146,3 ; 148,3)		
Mediana (P25/P75)	145,0 (141,0/148,3)	147,3 (143,1/151,8)		
Talla de 11.5 años				
N	342	114		
Media (DE)	147,6 (7,1)	148,4 (5,8)	0,2462	No signif.
I.C. 95% de la media	(146,8 ; 148,4)	(147,3 ; 149,5)		
Mediana (P25/P75)	147,4 (142,9/152,0)	147,9 (144,0/153,0)		
Talla de 12 de años				
N	319	136		
Media (DE)	151,4 (7,5)	151,4 (7,0)	0,9585	No signif.
I.C. 95% de la media	(150,6 ; 152,2)	(150,2 ; 152,6)		
Mediana (P25/P75)	151,5 (145,5/157,1)	151,4 (147,3/156,2)		
Talla de 12.5 años				
N	301	93		
Media (DE)	154,7 (7,6)	154,8 (5,9)	0,8505	No signif.
I.C. 95% de la media	(153,8 ; 155,5)	(153,6 ; 156,0)		
Mediana (P25/P75)	154,1 (149,5/160,0)	156,1 (152,3/159,0)		

Talla de 13 de años				
N	330	80		
Media (DE)	157,3 (7,9)	158,6 (7,6)	0,169	No signif.
I.C. 95% de la media	(156,4 ; 158,1)	(156,9 ; 160,3)		
Mediana (P25/P75)	157,2 (151,4/163,5)	158,3 (153,8/163,5)		
Talla de 13.5 años				
N	339	65		
Media (DE)	161,1 (8,0)	159,9 (7,2)	0,2784	No signif.
I.C. 95% de la media	(160,2 ; 162,0)	(158,2 ; 161,7)		
Mediana (P25/P75)	161,0 (156,7/166,2)	159,7 (154,4/164,5)		
Talla de 14 de años				
N	297	62		
Media (DE)	164,2 (8,4)	165,7 (8,1)	0,1898	No signif.
I.C. 95% de la media	(163,2 ; 165,1)	(163,7 ; 167,8)		
Mediana (P25/P75)	164,5 (158,0/170,8)	167,8 (160,5/170,4)		
Talla de 14.5 años				
N	273	76		
Media (DE)	166,5 (7,6)	167,0 (6,5)	0,5454	No signif.
I.C. 95% de la media	(165,6 ; 167,4)	(165,5 ; 168,5)		
Mediana (P25/P75)	167,1 (161,4/171,6)	167,1 (163,3/170,6)		
Talla de 15 de años				
N	305	86		
Media (DE)	169,2 (7,7)	171,2 (6,8)	0,0358	No signif.
I.C. 95% de la media	(168,4 ; 170,1)	(169,7 ; 172,6)		
Mediana (P25/P75)	169,0 (164,5/174,3)	171,4 (167,9/176,2)		
Talla de 15.5 años				
N	293	71		
Media (DE)	171,3 (7,4)	172,7 (5,6)	0,088	No signif.
I.C. 95% de la media	(170,5 ; 172,2)	(171,4 ; 174,0)		
Mediana (P25/P75)	171,6 (166,5/176,0)	173,1 (170,6/176,5)		
Talla de 16 de años				
N	257	67		
Media (DE)	171,7 (7,1)	174,3 (6,2)	0,0061	No signif.
I.C. 95% de la media	(170,8 ; 172,5)	(172,8 ; 175,8)		
Mediana (P25/P75)	172,0 (167,8/176,5)	173,9 (171,0/178,0)		
Talla de 17 de años				
N	590	116		
Media (DE)	174,8 (7,3)	175,5 (6,3)	0,3154	No signif.
I.C. 95% de la media	(174,2 ; 175,4)	(174,3 ; 176,7)		
Mediana (P25/P75)	174,7 (169,9/179,7)	174,1 (171,5/180,0)		
Talla de 18 de años				
N	564	94		
Media (DE)	176,0 (6,1)	177,6 (5,9)	0,0157	No signif.
I.C. 95% de la media	(175,5 ; 176,5)	(176,4 ; 178,8)		
Mediana (P25/P75)	175,5 (171,7/180,0)	177,7 (174,9/181,0)		
Talla de adultos				
N	1.275	276		
Media (DE)	177,3 (6,4)	178,0 (6,3)	0,1319	No signif.
I.C. 95% de la media	(177,0 ; 177,7)	(177,2 ; 178,7)		
Mediana (P25/P75)	177,0 (172,9/181,4)	178,0 (173,2/182,6)		

*Diferencia estadísticamente significativa realizando el contraste para el logaritmo de la talla y ajustando por el método de Tukey

TABLA 20: Comparaciones del peso (Kg) por grupo de edad entre los centros del Estudio transversal de crecimiento 2008 (Carrascosa et al 2008) y Madrid en varones

	Carrascosa et al 2008	Madrid	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey
PESO de 3 años				
N	508	37		
Media (DE)	15,4 (2,0)	14,9 (1,9)	0,1399	No signif.
I.C. 95% de la media	(15,2 ; 15,6)	(14,3 ; 15,5)		
Mediana (P25/P75)	15,3 (14,0/16,6)	14,9 (14,3/15,8)		
PESO de 3.5 años				
N	463	125		
Media (DE)	16,3 (2,6)	15,5 (2,2)	0,0004	No signif.
I.C. 95% de la media	(16,1 ; 16,6)	(15,1 ; 15,9)		
Mediana (P25/P75)	16,1 (14,6/17,6)	15,4 (14,1/16,3)		
PESO de 4 años				
N	469	129		
Media (DE)	17,5 (2,6)	16,8 (2,3)	0,0015	No signif.
I.C. 95% de la media	(17,3 ; 17,7)	(16,4 ; 17,1)		
Mediana (P25/P75)	17,2 (16,0/18,8)	16,4 (15,2/17,8)		
PESO de 4.5 años				
N	438	126		
Media (DE)	18,6 (2,8)	17,6 (2,5)	0,0015	No signif.
I.C. 95% de la media	(18,3 ; 18,8)	(17,2 ; 18,1)		
Mediana (P25/P75)	18,1 (16,8/20,0)	17,4 (16,0/18,9)		
PESO de 5 de años				
N	370	127		
Media (DE)	19,7 (3,5)	18,4 (2,5)	<0,0001	No signif.
I.C. 95% de la media	(19,4 ; 20,1)	(18,0 ; 18,9)		
Mediana (P25/P75)	19,2 (17,6/21,2)	18,4 (17,2/20,1)		
PESO de 5.5 años				
N	364	138		
Media (DE)	21,4 (3,6)	19,7 (2,8)	<0,0001	0,0047*
I.C. 95% de la media	(21,0 ; 21,8)	(19,2 ; 20,2)		
Mediana (P25/P75)	20,8 (19,0/23,3)	19,2 (17,9/21,0)		
PESO de 6 de años				
N	332	122		
Media (DE)	22,4 (3,7)	21,5 (3,6)	0,0379	No signif.
I.C. 95% de la media	(22,0 ; 22,8)	(20,9 ; 22,2)		
Mediana (P25/P75)	21,6 (19,8/24,0)	21,2 (18,6/23,6)		
PESO de 6.5 años				
N	343	105		
Media (DE)	24,1 (4,4)	23,1 (4,4)	0,0486	No signif.
I.C. 95% de la media	(23,6 ; 24,5)	(22,2 ; 24,0)		
Mediana (P25/P75)	23,3 (21,1/26,0)	21,9 (20,3/25,3)		
PESO de 7 de años				
N	321	127		
Media (DE)	25,8 (5,1)	24,3 (4,0)	0,0009	No signif.
I.C. 95% de la media	(25,3 ; 26,4)	(23,6 ; 25,0)		
Mediana (P25/P75)	24,8 (22,2/28,0)	23,6 (21,8/26,3)		
PESO de 7.5 años				
N	337	109		
Media (DE)	27,2 (5,4)	25,8 (4,9)	0,0164	No signif.
I.C. 95% de la media	(26,7 ; 27,8)	(24,9 ; 26,8)		
Mediana (P25/P75)	26,7 (23,7/29,3)	25,4 (22,4/28,1)		

PESO de 8 de años				
N	299	119		
Media (DE)	29,0 (5,4)	26,6 (4,2)	<0,0001	0,0106*
I.C. 95% de la media	(28,4 ; 29,7)	(25,9 ; 27,4)		
Mediana (P25/P75)	28,2 (25,2/32,3)	26,1 (24,1/28,7)		
PESO de 8.5 años				
N	338	140		
Media (DE)	32,2 (7,5)	29,7 (6,2)	0,0002	0,0076*
I.C. 95% de la media	(31,4 ; 33,0)	(28,7 ; 30,7)		
Mediana (P25/P75)	30,4 (26,8/36,1)	28,9 (26,0/32,3)		
PESO de 9 de años				
N	339	127		
Media (DE)	33,4 (7,3)	31,2 (6,1)	0,0011	No signif.
I.C. 95% de la media	(32,7 ; 34,2)	(30,2 ; 32,3)		
Mediana (P25/P75)	32,0 (28,0/37,4)	30,5 (26,9/34,2)		
PESO de 9.5 años				
N	369	122		
Media (DE)	35,4 (7,9)	34,5 (6,9)	0,2267	No signif.
I.C. 95% de la media	(34,6 ; 36,2)	(33,2 ; 35,7)		
Mediana (P25/P75)	33,4 (29,5/40,2)	34,0 (29,5/38,1)		
PESO de 10 de años				
N	374	114		
Media (DE)	36,8 (8,3)	34,2 (7,0)	0,0009	No signif.
I.C. 95% de la media	(35,9 ; 37,6)	(32,9 ; 35,5)		
Mediana (P25/P75)	35,2 (30,4/41,5)	32,6 (28,8/38,4)		
PESO de 10.5 años				
N	378	141		
Media (DE)	38,8 (9,5)	36,7 (7,9)	0,0121	No signif.
I.C. 95% de la media	(37,9 ; 39,8)	(35,4 ; 38,1)		
Mediana (P25/P75)	37,0 (32,0/43,6)	35,5 (31,2/41,0)		
PESO de 11 de años				
N	369	124		
Media (DE)	41,4 (9,8)	40,1 (8,1)	0,1447	No signif.
I.C. 95% de la media	(40,4 ; 42,4)	(38,6 ; 41,5)		
Mediana (P25/P75)	40,3 (35,2/45,5)	39,4 (34,3/44,5)		
PESO de 11.5 años				
N	342	114		
Media (DE)	43,1 (10,1)	41,8 (8,4)	0,1877	No signif.
I.C. 95% de la media	(42,0 ; 44,2)	(40,3 ; 43,4)		
Mediana (P25/P75)	41,2 (35,4/49,3)	40,5 (36,1/46,7)		
PESO de 12 de años				
N	319	136		
Media (DE)	46,4 (10,9)	43,6 (8,8)	0,0044	No signif.
I.C. 95% de la media	(45,2 ; 47,6)	(42,1 ; 45,1)		
Mediana (P25/P75)	44,1 (38,1/51,8)	42,9 (37,4/49,3)		
PESO de 12.5 años				
N	301	93		
Media (DE)	49,2 (11,1)	47,5 (8,8)	0,141	No signif.
I.C. 95% de la media	(47,9 ; 50,4)	(45,7 ; 49,3)		
Mediana (P25/P75)	47,0 (41,5/54,5)	45,9 (41,1/54,0)		

PESO de 13 de años				
N	331	80		
Media (DE)	50,3 (11,3)	49,4 (9,3)	0,4215	No signif.
I.C. 95% de la media	(49,1 ; 51,6)	(47,3 ; 51,4)		
Mediana (P25/P75)	48,3 (41,9/57,2)	49,1 (42,7/54,7)		
PESO de 13.5 años				
N	341	65		
Media (DE)	54,6 (11,3)	49,7 (8,3)	<0,0001	No signif.
I.C. 95% de la media	(53,4 ; 55,8)	(47,7 ; 51,8)		
Mediana (P25/P75)	53,6 (46,4/61,0)	49,2 (43,2/56,1)		
PESO de 14 de años				
N	297	62		
Media (DE)	57,8 (12,1)	57,5 (13,1)	0,8943	No signif.
I.C. 95% de la media	(56,4 ; 59,1)	(54,2 ; 60,9)		
Mediana (P25/P75)	56,9 (49,9/65,4)	55,6 (49,6/65,6)		
PESO de 14.5 años				
N	273	76		
Media (DE)	59,7 (12,5)	55,6 (8,5)	0,0012	No signif.
I.C. 95% de la media	(58,2 ; 61,2)	(53,7 ; 57,6)		
Mediana (P25/P75)	58,2 (51,0/66,8)	53,5 (50,8/59,3)		
PESO de 15 de años				
N	306	86		
Media (DE)	61,8 (12,5)	61,7 (9,9)	0,9684	No signif.
I.C. 95% de la media	(60,4 ; 63,2)	(59,6 ; 63,9)		
Mediana (P25/P75)	60,4 (52,4/69,0)	60,2 (54,4/67,1)		
PESO de 15.5 años				
N	293	71		
Media (DE)	64,3 (11,7)	62,7 (9,8)	0,2943	No signif.
I.C. 95% de la media	(62,9 ; 65,6)	(60,4 ; 65,0)		
Mediana (P25/P75)	62,2 (56,5/70,2)	60,6 (56,6/67,3)		
PESO de 16 de años				
N	257	67		
Media (DE)	65,0 (12,6)	66,3 (10,7)	0,4133	No signif.
I.C. 95% de la media	(63,4 ; 66,5)	(63,7 ; 69,0)		
Mediana (P25/P75)	62,6 (57,1/71,4)	64,8 (60,3/72,0)		
PESO de 17 de años				
N	590	116		
Media (DE)	68,5 (12,0)	68,9 (10,3)	0,6973	No signif.
I.C. 95% de la media	(67,5 ; 69,4)	(67,0 ; 70,8)		
Mediana (P25/P75)	67,1 (60,0/75,4)	66,2 (62,0/75,1)		
PESO de 18 de años				
N	564	94		
Media (DE)	70,2 (11,5)	71,2 (10,0)	0,4232	No signif.
I.C. 95% de la media	(69,3 ; 71,1)	(69,2 ; 73,3)		
Mediana (P25/P75)	69,0 (62,2/75,8)	70,6 (64,9/76,3)		
PESO de adultos				
N	1.275	276		
Media (DE)	74,3 (11,2)	76,1 (11,6)	0,0124	No signif.
I.C. 95% de la media	(73,6 ; 74,9)	(74,8 ; 77,5)		
Mediana (P25/P75)	73,0 (66,3/80,2)	74,5 (67,0/81,7)		

*Diferencia estadísticamente significativa realizando el contraste para el logaritmo del peso y ajustando por el método de Tukey

TABLA 21: Comparaciones de la talla (cm) por grupo de edad entre los centros del Estudio transversal de crecimiento 2008 (Carrascosa et al 2008) y Madrid en mujer

	Carrascosa et al 2008	Madrid	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey
Talla de 3 años				
N	474	20		
Media (DE)	95,6 (3,8)	95,9 (2,5)	0,6052	No signif.
I.C. 95% de la media	(95,2 ; 95,9)	(94,7 ; 97,1)		
Mediana (P25/P75)	95,5 (93,0/98,0)	95,9 (94,8/97,2)		
Talla de 3.5 años				
N	382	117		
Media (DE)	98,6 (3,6)	100,1 (4,3)	0,001	No signif.
I.C. 95% de la media	(98,2 ; 99,0)	(99,3 ; 100,9)		
Mediana (P25/P75)	98,7 (96,0/101,0)	99,9 (97,6/102,4)		
Talla de 4 años				
N	420	117		
Media (DE)	102,9 (4,2)	103,8 (3,8)	0,0379	No signif.
I.C. 95% de la media	(102,5 ; 103,3)	(103,1 ; 104,5)		
Mediana (P25/P75)	103,0 (99,9/106,0)	100,6/106,2)		
Talla de 4.5 años				
N	358	106		
Media (DE)	106,1 (3,9)	106,5 (4,3)	0,0379	No signif.
I.C. 95% de la media	(105,7 ; 106,6)	(105,7 ; 107,4)		
Mediana (P25/P75)	106,5 (103,3/109,0)	103,7/109,0)		
Talla de 5 de años				
N	407	127		
Media (DE)	109,9 (4,5)	109,9 (4,4)	0,9143	No signif.
I.C. 95% de la media	(109,5 ; 110,4)	(109,1 ; 110,7)		
Mediana (P25/P75)	110,0 (106,9/113,0)	107,2/112,5)		
Talla de 5.5 años				
N	370	108		
Media (DE)	113,0 (4,5)	113,2 (4,6)	0,7493	No signif.
I.C. 95% de la media	(112,6 ; 113,5)	(112,3 ; 114,1)		
Mediana (P25/P75)	112,8 (109,8/116,0)	110,1/116,3)		
Talla de 6 de años				
N	336	124		
Media (DE)	116,3 (4,7)	116,9 (4,3)	0,2667	No signif.
I.C. 95% de la media	(115,8 ; 116,8)	(116,1 ; 117,6)		
Mediana (P25/P75)	116,3 (113,2/120,0)	113,9/119,6)		
Talla de 6.5 años				
N	334	93		
Media (DE)	119,3 (5,0)	120,0 (4,8)	0,2134	No signif.
I.C. 95% de la media	(118,8 ; 119,9)	(119,0 ; 121,0)		
Mediana (P25/P75)	119,3 (116,2/123,0)	116,1/123,2)		
Talla de 7 de años				
N	364	141		
Media (DE)	122,0 (4,5)	123,0 (4,8)	0,0306	No signif.
I.C. 95% de la media	(121,6 ; 122,5)	(122,2 ; 123,8)		
Mediana (P25/P75)	121,7 (118,8/125,1)	120,2/125,7)		
Talla de 7.5 años				
N	366	111		
Media (DE)	125,4 (5,0)	126,2 (4,8)	0,1466	No signif.
I.C. 95% de la media	(124,9 ; 125,9)	(125,3 ; 127,1)		
Mediana (P25/P75)	125,4 (122,3/129,0)	122,7/129,1)		

Talla de 8 de años				
N	367	154		
Media (DE)	128,2 (5,2)	128,7 (4,8)	0,3115	No signif.
I.C. 95% de la media	(127,7 ; 128,7)	(127,9 ; 129,5)		
Mediana (P25/P75)	128,0 (125,0/131,4)	(125,8/131,2)		
Talla de 8.5 años				
N	313	107		
Media (DE)	131,2 (5,6)	130,3 (5,4)	0,1288	No signif.
I.C. 95% de la media	(130,6 ; 131,9)	(129,2 ; 131,3)		
Mediana (P25/P75)	131,4 (127,6/134,5)	(126,6/133,6)		
Talla de 9 de años				
N	325	137		
Media (DE)	133,8 (5,8)	135,0 (6,2)	0,0416	No signif.
I.C. 95% de la media	(133,2 ; 134,4)	(134,0 ; 136,1)		
Mediana (P25/P75)	134,0 (129,7/137,5)	(131,4/139,0)		
Talla de 9.5 años				
N	302	126		
Media (DE)	136,8 (6,1)	137,0 (6,2)	0,6685	No signif.
I.C. 95% de la media	(136,1 ; 137,5)	(135,9 ; 138,1)		
Mediana (P25/P75)	136,8 (132,5/140,6)	(133,1/141,0)		
Talla de 10 de años				
N	316	120		
Media (DE)	139,1 (6,6)	139,9 (5,9)	0,2347	No signif.
I.C. 95% de la media	(138,4 ; 139,8)	(138,9 ; 141,0)		
Mediana (P25/P75)	139,0 (134,2/142,9)	(136,3/145,0)		
Talla de 10.5 años				
N	333	125		
Media (DE)	143,1 (6,6)	144,4 (6,9)	0,073	No signif.
I.C. 95% de la media	(142,4 ; 143,8)	(143,1 ; 145,6)		
Mediana (P25/P75)	143,0 (138,5/147,2)	(139,6/149,4)		
Talla de 11 de años				
N	373	111		
Media (DE)	145,6 (6,7)	148,2 (6,5)	0,0004	No signif.
I.C. 95% de la media	(144,9 ; 146,3)	(147,0 ; 149,4)		
Mediana (P25/P75)	145,5 (141,5/149,9)	(143,6/152,4)		
Talla de 11.5 años				
N	310	93		
Media (DE)	149,0 (6,6)	151,1 (6,4)	0,0056	No signif.
I.C. 95% de la media	(148,3 ; 149,7)	(149,8 ; 152,5)		
Mediana (P25/P75)	148,8 (144,1/153,5)	(147,1/156,9)		
Talla de 12 de años				
N	328	94		
Media (DE)	151,6 (6,6)	152,4 (6,1)	0,2717	No signif.
I.C. 95% de la media	(150,9 ; 152,3)	(151,2 ; 153,7)		
Mediana (P25/P75)	151,0 (146,6/156,5)	(149,0/155,9)		
Talla de 12.5 años				
N	288	64		
Media (DE)	154,5 (6,8)	156,9 (5,5)	0,004	No signif.
I.C. 95% de la media	(153,7 ; 155,3)	(155,5 ; 158,3)		
Mediana (P25/P75)	154,1 (149,5/159,4)	(152,9/160,6)		

Talla de 13 de años				
N	276	76		
Media (DE)	156,7 (6,1)	157,8 (6,0)	0,1661	No signif.
I.C. 95% de la media	(156,0 ; 157,4)	(156,4 ; 159,2)		
Mediana (P25/P75)	156,6 (153,0/161,0)	(153,8/162,1)		
Talla de 13.5 años				
N	287	41		
Media (DE)	158,8 (6,4)	160,3 (5,9)	0,1735	No signif.
I.C. 95% de la media	(158,1 ; 159,6)	(158,4 ; 162,1)		
Mediana (P25/P75)	158,3 (155,3/163,0)	(156,4/163,6)		
Talla de 14 de años				
N	253	36		
Media (DE)	160,5 (6,7)	161,4 (7,0)	0,4547	No signif.
I.C. 95% de la media	(159,7 ; 161,4)	(159,1 ; 163,8)		
Mediana (P25/P75)	159,9 (155,6/165,0)	(157,1/167,1)		
Talla de 14.5 años				
N	275	40		
Media (DE)	161,3 (6,3)	160,0 (6,3)	0,2343	No signif.
I.C. 95% de la media	(160,5 ; 162,0)	(158,0 ; 162,0)		
Mediana (P25/P75)	160,5 (156,9/165,1)	(155,0/164,7)		
Talla de 15 de años				
N	271	59		
Media (DE)	162,1 (6,8)	163,7 (6,2)	0,0931	No signif.
I.C. 95% de la media	(161,3 ; 162,9)	(162,1 ; 165,3)		
Mediana (P25/P75)	161,5 (157,2/166,6)	(159,4/167,1)		
Talla de 15.5 años				
N	256	43		
Media (DE)	162,3 (6,6)	162,2 (5,5)	0,9766	No signif.
I.C. 95% de la media	(161,5 ; 163,1)	(160,6 ; 163,9)		
Mediana (P25/P75)	162,2 (157,8/166,8)	(157,5/165,6)		
Talla de 16 de años				
N	252	55		
Media (DE)	163,6 (7,2)	163,8 (5,7)	0,7742	No signif.
I.C. 95% de la media	(162,7 ; 164,5)	(162,3 ; 165,4)		
Mediana (P25/P75)	162,3 (158,5/167,6)	(159,6/167,6)		
Talla de 17 de años				
N	501	94		
Media (DE)	163,2 (6,6)	162,6 (5,1)	0,2722	No signif.
I.C. 95% de la media	(162,6 ; 163,8)	(161,5 ; 163,6)		
Mediana (P25/P75)	162,9 (158,8/167,1)	(159,3/165,4)		
Talla de 18 de años				
N	431	63		
Media (DE)	164,0 (6,6)	164,2 (6,1)	0,8203	No signif.
I.C. 95% de la media	(163,3 ; 164,6)	(162,6 ; 165,7)		
Mediana (P25/P75)	163,0 (159,4/167,4)	(159,4/168,5)		
Talla de adultos				
N	1292	327		
Media (DE)	164,0 (6,0)	164,6 (6,0)	0,0746	No signif.
I.C. 95% de la media	(163,6 ; 164,3)	(164,0 ; 165,3)		
Mediana (P25/P75)	163,8 (159,8/167,9)	(160,5/169,0)		

*Diferencia estadísticamente significativa realizando el contraste para el logaritmo del peso y ajustando por el método de Tukey

TABLA 22: Comparaciones del peso (Kg) por grupo de edad entre los centros del Estudio transversal de crecimiento 2008 (Carrascosa et al 2008) y Madrid en mujeres

	Carrascosa et al 2008	Madrid	P-valor	P-valor del logaritmo ajustado por Tukey
PESO de 3 años				
N	476	20		
Media (DE)	14,5 (1,7)	13,5 (1,5)	0,0059	No signif.
I.C. 95% de la media	(14,4 ; 14,7)	(12,8 ; 14,2)		
Mediana (P25/P75)	14,3 (13,5/15,7)	13,6 (12,5/14,5)		
PESO de 3.5 años				
N	382	117		
Media (DE)	15,6 (2,3)	15,2 (2,0)	0,1084	No signif.
I.C. 95% de la media	(15,4 ; 15,8)	(14,9 ; 15,6)		
Mediana (P25/P75)	15,4 (14,2/16,4)	15,2 (13,9/16,5)		
PESO de 4 años				
N	420	117		
Media (DE)	16,8 (2,4)	16,1 (2,0)	0,0019	No signif.
I.C. 95% de la media	(16,6 ; 17,0)	(15,7 ; 16,5)		
Mediana (P25/P75)	16,5 (15,4/17,8)	16,3 (14,6/17,5)		
PESO de 4.5 años				
N	358	106		
Media (DE)	18,1 (2,6)	17,6 (2,6)	0,0019	No signif.
I.C. 95% de la media	(17,8 ; 18,3)	(17,1 ; 18,1)		
Mediana (P25/P75)	17,6 (16,4/19,7)	17,5 (15,4/19,2)		
PESO de 5 de años				
N	407	127		
Media (DE)	19,4 (3,0)	18,2 (2,6)	<0,0001	No signif.
I.C. 95% de la media	(19,1 ; 19,7)	(17,7 ; 18,6)		
Mediana (P25/P75)	18,8 (17,4/21,2)	17,8 (16,3/19,4)		
PESO de 5.5 años				
N	370	108		
Media (DE)	20,6 (3,7)	19,3 (3,4)	0,0011	No signif.
I.C. 95% de la media	(20,3 ; 21,0)	(18,7 ; 20,0)		
Mediana (P25/P75)	20,0 (18,2/22,5)	18,5 (17,2/20,9)		
PESO de 6 de años				
N	336	124		
Media (DE)	22,1 (3,9)	20,7 (3,2)	<0,0001	No signif.
I.C. 95% de la media	(21,7 ; 22,6)	(20,1 ; 21,3)		
Mediana (P25/P75)	21,4 (19,4/24,4)	20,3 (18,6/21,9)		
PESO de 6.5 años				
N	336	93		
Media (DE)	23,7 (4,2)	22,6 (3,8)	0,0189	No signif.
I.C. 95% de la media	(23,3 ; 24,2)	(21,8 ; 23,4)		
Mediana (P25/P75)	23,1 (21,2/26,0)	21,8 (19,9/25,1)		
PESO de 7 de años				
N	364	141		
Media (DE)	24,8 (4,5)	23,9 (4,3)	0,0402	No signif.
I.C. 95% de la media	(24,4 ; 25,3)	(23,2 ; 24,6)		
Mediana (P25/P75)	24,0 (21,7/27,0)	23,2 (20,8/26,6)		
PESO de 7.5 años				
N	368	111		
Media (DE)	27,1 (5,3)	26,0 (4,3)	0,0263	No signif.
I.C. 95% de la media	(26,6 ; 27,6)	(25,2 ; 26,8)		
Mediana (P25/P75)	26,0 (23,4/30,2)	25,6 (22,6/28,0)		

PESO de 8 de años				
N	367	154		
Media (DE)	28,9 (6,0)	27,1 (5,0)	0,0006	No signif.
I.C. 95% de la media	(28,3 ; 29,5)	(26,3 ; 27,9)		
Mediana (P25/P75)	28,0 (24,4/32,2)	26,1 (23,6/30,3)		
PESO de 8.5 años				
N	314	107		
Media (DE)	31,1 (6,7)	28,1 (5,0)	<0,0001	0,0003*
I.C. 95% de la media	(30,3 ; 31,8)	(27,1 ; 29,0)		
Mediana (P25/P75)	29,8 (26,4/34,8)	27,5 (24,2/30,8)		
PESO de 9 de años				
N	325	137		
Media (DE)	32,8 (7,8)	30,8 (6,2)	0,0037	No signif.
I.C. 95% de la media	(31,9 ; 33,6)	(29,7 ; 31,8)		
Mediana (P25/P75)	31,7 (27,2/36,7)	29,6 (26,3/35,2)		
PESO de 9.5 años				
N	302	126		
Media (DE)	34,6 (7,6)	32,6 (6,9)	0,0114	No signif.
I.C. 95% de la media	(33,8 ; 35,5)	(31,4 ; 33,9)		
Mediana (P25/P75)	33,3 (29,1/38,9)	31,1 (28,1/35,9)		
PESO de 10 de años				
N	316	120		
Media (DE)	36,6 (8,8)	34,3 (6,8)	0,0047	No signif.
I.C. 95% de la media	(35,6 ; 37,5)	(33,1 ; 35,5)		
Mediana (P25/P75)	34,4 (30,1/42,0)	34,1 (29,5/38,9)		
PESO de 10.5 años				
N	333	125		
Media (DE)	38,9 (8,8)	37,8 (8,3)	0,2176	No signif.
I.C. 95% de la media	(38,0 ; 39,9)	(36,3 ; 39,3)		
Mediana (P25/P75)	37,0 (32,5/44,2)	36,0 (31,7/42,7)		
PESO de 11 de años				
N	373	111		
Media (DE)	42,1 (9,9)	40,6 (8,2)	0,103	No signif.
I.C. 95% de la media	(41,1 ; 43,1)	(39,0 ; 42,1)		
Mediana (P25/P75)	41,0 (35,0/47,6)	40,9 (33,9/45,5)		
PESO de 11.5 años				
N	310	93		
Media (DE)	43,5 (9,3)	42,9 (7,0)	0,4514	No signif.
I.C. 95% de la media	(42,5 ; 44,6)	(41,4 ; 44,3)		
Mediana (P25/P75)	42,4 (37,0/48,7)	42,0 (37,4/46,4)		
PESO de 12 de años				
N	328	94		
Media (DE)	45,6 (9,9)	43,8 (9,0)	0,1111	No signif.
I.C. 95% de la media	(44,5 ; 46,7)	(41,9 ; 45,6)		
Mediana (P25/P75)	44,4 (38,4/50,0)	41,9 (37,5/50,3)		
PESO de 12.5 años				
N	288	64		
Media (DE)	48,7 (12,0)	46,8 (8,0)	0,1287	No signif.
I.C. 95% de la media	(47,3 ; 50,1)	(44,8 ; 48,8)		
Mediana (P25/P75)	47,0 (40,6/54,8)	46,0 (42,6/49,6)		

PESO de 13 de años				
N	276	76		
Media (DE)	51,7 (11,4)	47,8 (8,9)	0,002	No signif.
I.C. 95% de la media	(50,3 ; 53,0)	(45,8 ; 49,9)		
Mediana (P25/P75)	50,4 (43,5/57,4)	45,8 (41,7/52,5)		
PESO de 13.5 años				
N	287	41		
Media (DE)	53,5 (11,0)	47,7 (8,3)	0,0002	No signif.
I.C. 95% de la media	(52,3 ; 54,8)	(45,0 ; 50,3)		
Mediana (P25/P75)	52,7 (45,4/60,6)	47,0 (41,1/50,8)		
PESO de 14 de años				
N	253	36		
Media (DE)	53,7 (10,3)	53,4 (8,1)	0,876	No signif.
I.C. 95% de la media	(52,4 ; 55,0)	(50,7 ; 56,2)		
Mediana (P25/P75)	52,2 (46,4/58,5)	53,4 (48,0/58,2)		
PESO de 14.5 años				
N	275	40		
Media (DE)	55,6 (10,5)	51,4 (9,5)	0,0176	No signif.
I.C. 95% de la media	(54,3 ; 56,8)	(48,3 ; 54,4)		
Mediana (P25/P75)	54,2 (47,6/61,0)	49,7 (46,1/55,9)		
PESO de 15 de años				
N	271	59		
Media (DE)	56,3 (11,4)	54,4 (8,3)	0,1353	No signif.
I.C. 95% de la media	(54,9 ; 57,7)	(52,2 ; 56,5)		
Mediana (P25/P75)	54,7 (48,4/62,0)	54,0 (48,1/57,5)		
PESO de 15.5 años				
N	256	43		
Media (DE)	56,7 (9,3)	54,7 (10,6)	0,2021	No signif.
I.C. 95% de la media	(55,6 ; 57,9)	(51,5 ; 58,0)		
Mediana (P25/P75)	55,5 (50,5/61,1)	53,7 (48,6/56,5)		
PESO de 16 de años				
N	252	55		
Media (DE)	58,4 (11,2)	55,8 (8,1)	0,0495	No signif.
I.C. 95% de la media	(57,0 ; 59,8)	(53,7 ; 58,0)		
Mediana (P25/P75)	56,4 (50,4/63,4)	55,1 (50,0/61,0)		
PESO de 17 de años				
N	501	94		
Media (DE)	57,8 (9,7)	56,1 (8,1)	0,0758	No signif.
I.C. 95% de la media	(57,0 ; 58,7)	(54,5 ; 57,8)		
Mediana (P25/P75)	56,0 (51,0/62,9)	55,3 (51,1/59,2)		
PESO de 18 de años				
N	431	63		
Media (DE)	58,5 (10,0)	56,6 (10,3)	0,1565	No signif.
I.C. 95% de la media	(57,6 ; 59,5)	(54,0 ; 59,2)		
Mediana (P25/P75)	57,1 (52,0/63,0)	53,5 (51,3/59,2)		
PESO de adultos				
N	1292	327		
Media (DE)	57,6 (8,5)	57,4 (7,8)	0,7174	No signif.
I.C. 95% de la media	(57,2 ; 58,1)	(56,6 ; 58,3)		
Mediana (P25/P75)	56,6 (52,0/61,8)	56,4 (52,2/60,7)		

*Diferencia estadísticamente significativa realizando el contraste para el logaritmo de la talla y ajustando por el método de Tukey

	Estimado	Error estandar	t	Pr > t
López-Siguero et al 2008 vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00161833	-2.45	0.0143
López-Siguero et al 2008 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00093059	-1.55	0.1219
López-Siguero et al 2008 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00074693	-3.46	0.0005
Ferrández et al 2005 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00162972	1.55	0.1211
Ferrández et al 2005 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00147180	0.94	0.3483
Hernández et al 2000 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00085239	-1.34	0.1790
Madrid vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00083072	-5.58	<.0001
Madrid vs López-Siguero et al 2008	0.0	0.00083875	-8.60	<.0001
Madrid vs Hernández et al 2000	0.0	0.00098371	-5.87	<.0001
Madrid vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00165915	-1.96	0.0501

	LOGTALLA LSMEAN	Standard Error	Pr > t
López-Siguero et al 2008	4.79211062	0.00060918	<.0001
Ferrández et al 2005	4.79607627	0.00149730	<.0001
Hernández et al 2000	4.79355015	0.00069738	<.0001
Carrascosa et al 2004	4.79469578	0.00049427	<.0001
Madrid	4.79932757	0.00069380	<.0001

Tablas 23 y 24: Comparación del logaritmo de la talla de los niños ajustada por centro y por grupo de edad (Carrascosa et al 2004a, López-Siguero et al 2008, Hernández et al 2000, Ferrández et al 2005);

	Estimado	Standard Error	t	Pr > t
López-Siguero et al 2008 vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00160777	-5.86	<.0001
López-Siguero et al 2008 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00095569	-5.60	<.0001
López-Siguero et al 2008 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00073961	-8.31	<.0001
Ferrández et al 2005 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00164105	2.48	0.0131
Ferrández et al 2005 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00147141	2.23	0.0257
Hernández et al 2000 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00088909	-0.89	0.3743
Madrid vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00083740	-2.75	0.0060
Madrid vs López-Siguero et al 2008	0.0	0.00082558	-10.23	<.0001
Madrid vs Hernández et al 2000	0.0	0.00102168	-3.03	0.0025
Madrid vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00165780	0.59	0.5543

	LOGTALLA LSMEAN	Standard Error	Pr > t
López-Siguero et al 2008	4.76812968	0.00060115	<.0001
Ferrández et al 2005	4.77755597	0.00149390	<.0001
Hernández et al 2000	4.77348314	0.00073564	<.0001
Carrascosa et al 2004	4.77427313	0.00050714	<.0001
Madrid	4.77657570	0.00070930	<.0001

Tablas 25 y 26: Comparación del logaritmo de la talla de las mujeres ajustada por centro y por grupo de edad (Carrascosa et al 2004a, López-Siguero et al 2008, Hernández et al 2000, Ferrández et al 2005);

	Estimado	Error estándar	t	Pr > t
López-Siguero et al 2008 vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00635192	2.26	0.0237
López-Siguero et al 2008 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00382143	3.27	0.0011
López-Siguero et al 2008 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00306968	3.44	0.0006
Ferrández et al 2005 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00639847	-0.29	0.7684
Ferrández et al 2005 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00571041	-0.66	0.5063
Hernández et al 2000 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00349972	-0.55	0.5850
Madrid vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00341410	6.53	<.0001
Madrid vs López-Siguero et al 2008	0.0	0.00344739	9.54	<.0001
Madrid vs Hernández et al 2000	0.0	0.00403999	5.05	<.0001
Madrid vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00652660	2.84	0.0046

	LOGPESO LSMEAN	Error Estándar	Pr > t
López-Siguero et al 2008	3.29720828	0.00250356	<.0001
Ferrández et al 2005	3.28283968	0.00582656	<.0001
Hernández et al 2000	3.28472388	0.00286159	<.0001
Carrascosa et al 2004	3.28663528	0.00203123	<.0001
Madrid	3.26432568	0.00285136	<.0001

Tablas 27 y 28: Comparación del logaritmo del peso de los varones ajustada por centro y por grupo de edad (Carrascosa et al 2004a, López-Siguero et al 2008, Hernández et al 2000, Ferrández et al 2005);

	Estimado	Standard Error	t	Pr > t
López-Siguero et al 2008 vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00634726	2.41	0.0160
López-Siguero et al 2008 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00392290	4.08	<.0001
López-Siguero et al 2008 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00303803	5.14	<.0001
Ferrández et al 2005 vs Hernández et al 2000	0.0	0.00648496	0.11	0.9122
Ferrández et al 2005 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00575261	0.06	0.9554
Hernández et al 2000 vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00364852	-0.11	0.9141
Madrid vs Carrascosa et al 2004	0.0	0.00343983	7.84	<.0001
Madrid vs López-Siguero et al 2008	0.0	0.00339162	12.55	<.0001
Madrid vs Hernández et al 2000	0.0	0.00419429	6.33	<.0001
Madrid vs Ferrández et al 2005	0.0	0.00655935	4.16	<.0001

	LOGPESO LSMEAN	Error Estándar	Pr > t
López-Siguero et al 2008	3.23881707	0.00246909	<.0001
Ferrández et al 2005	3.22351916	0.00585580	<.0001
Hernández et al 2000	3.22280381	0.00301707	<.0001
Carrascosa et al 2004	3.22319733	0.00208296	<.0001
Madrid	3.19624511	0.00291347	<.0001

Tablas 29 y 30: Comparación del logaritmo del peso de las mujeres ajustada por centro y por grupo de edad (Carrascosa et al 2004a, López-Siguero et al 2008, Hernández et al 2000, Ferrández et al 2005)

	Varones				Mujeres			
	n	Talla en cm (DE)	Peso en kg (DE)	IMC (DE)	n	Talla en cm (DE)	Peso en kg (DE)	IMC (DE)
Muro et al 1954 - Madrid	54	171 (6,5)	62,4 (9)	21,5				
Tojo et al 1981 - Santiago		171	64,5	22		158	55	22
Moreno et al 1988 - Madrid	35	174,8(6,1)	67,9 (9,6)	22	18	163,5 (2,6)	55,7(2,6)	21
Sandín et al 1993 - Madrid		173,7	69	23		160,8	57	22,2
Mesa et al 1993- Madrid	166	174,1 (6,7)						
Alberola et al 1993 - Valladolid	136	175,7 (6,9)	71,6 (8,9)	23,3	105	162,0 (5,8)	54,4 (5,8)	20,7
Rosique et al 2001 - Madrid	65	175,5 (8,8)			68	163,2 (7)		
Carrascosa et al 2008 - España	1275	177,3 (6,4)	74,2 (11,2)	23,6 (3,2)	1292	163,9 (5,9)	57,6 (8,4)	21,4 (2,9)
Madrid 2010	276	178 (6,4)	76 (11,6)	24 (3,3)	327	164 (6,0)	57,4 (7,8)	21,2 (2,5)

Tabla 31 : Comparación de talla adulta, peso e IMC con estudios realizados sobre población Española. DE: Desviación estándar. (Muro et al 1954, Tojo et al 1981 , Sandín et al 1993, Mesa et al 1993, Alberola et al 1993, Rosique et al 2001, Carrascosa et al 2008)

Percentil de talla adulta en cm			
Hombres			
Percentil	Madrid 2010	Rosique et al 2001	Moreno et al 1988
3	166,4	165,3	164,2
10	170,1	167	
50	178	176,2	174,5
90	186,9	186,8	
97	189,2	186,5	187,3
Mujeres			
Percentil	Madrid 2010	Rosique et al 2001	Moreno et al 1988
3	154,4	153,1	152,6
10	157,4	155,7	
50	164,1	163,5	163,5
90	173	173,2	
97	176,2	175,5	175,4

Tabla 32: Comparación de talla adulta con estudios realizados sobre población de Madrid. (Rosique et al 2001 , Moreno et al 1988)

HOMBRES	PESO					
	Percentil	50				
Años	4	6	8	10	14	16
Muro et al 1954						
Palacios et al 1965	17	21,7	26,6	31,3	46,3	57,6
Moreno et al 1988	17,6	22	28,2	31,6	46	62,2
De la Puente et al 1997	17,7	21,4	27,2	32,2	50	63,3
Carrascosa et al 2008	17,2	21,2	27,4	33	52,3	62,6
Durá-Travé et al 2009	17,7	21,6	28,2	35,2	56,9	64,8
Madrid 2010	16,4	22,7	28,9	36,5	58,2	
		21,2	26,1	32,6	55,6	
MUJERES	PESO					
	Percentil	50				
Años	4	6	8	10	14	16
Palacios et al 1965	15	18,9	26,8	35,8	48	
Moreno et al 1988	17,3	21,3	26,5	32,7	50,7	54
De la Puente et al 1997	18,2	21,8	27,2	33,3	51,9	53,6
Carrascosa et al 2008	16,5	21,4	28	34,4	52,2	56,4
Durá-Travé et al 2009	16,9	21,5	28,2	35,7	53,2	
Madrid 2010	17,5	20,3	26,1	34,1	53,4	55,1

Tabla 33: Comparación del peso a los 4,6,8, 10 y 14 años con estudios realizados sobre población Española. (Muro et al 1954, Palacios et al 1965, Iglesias et al 1977, Moreno et al 1988, De la Puente et al 1997, Carrascosa et al 2008, Durá-Travé et al 2009)

HOMBRES	TALLA						
	Percentil	50					
	Años	4	6	8	10	14	16
Muro et al 1954							
Palacios et al 1965							
Iglesias et al 1977		102	115,7	124,8	134,2	155,9	167
Moreno et al 1988		103,4	115,5	127,9	136,1	158,4	169
De la Puente et al 1997		104	116	128,6	137,2	161,6	172,2
Carrascosa et al 2008		103,5	116,3	129	139,6	164,5	172
Durá-Travé et al 2009		104,5	118	130	140,7	166	
Madrid 2010		104,5	118,1	129,8	138,8	167,8	173,9
MUJERES	TALLA						
	Percentil	50					
	Años	4	6	8	10	14	16
Palacios et al 1965							
Iglesias et al 1977		99	110,5	120,3	129,9	144,8	
Moreno et al 1988		105,2	114,4	125,6	135,1	156,8	161,7
De la Puente et al 1997		104	115,4	128,1	136,7	159,7	160,8
Carrascosa et al 2008		103	116,3	128	139	159,9	162,3
Durá-Travé et al 2009		103,2	116,4	128,5	140,5	161	
Madrid 2010		104,1	116,9	128,7	139,7	160,1	163,4

Tabla 34: Comparación de talla a los 4,6,8, 10 y 14 años con estudios realizados sobre población Española. (Muro et al 1954, Palacios et al 1965, Moreno et al 1988, De la Puente et al 1997, Carrascosa et al 2008, Durá-Travé et al 2009)

Figura 1: Curva percentilada de Talla (cm) de **mujeres** de 3 años a talla adulta

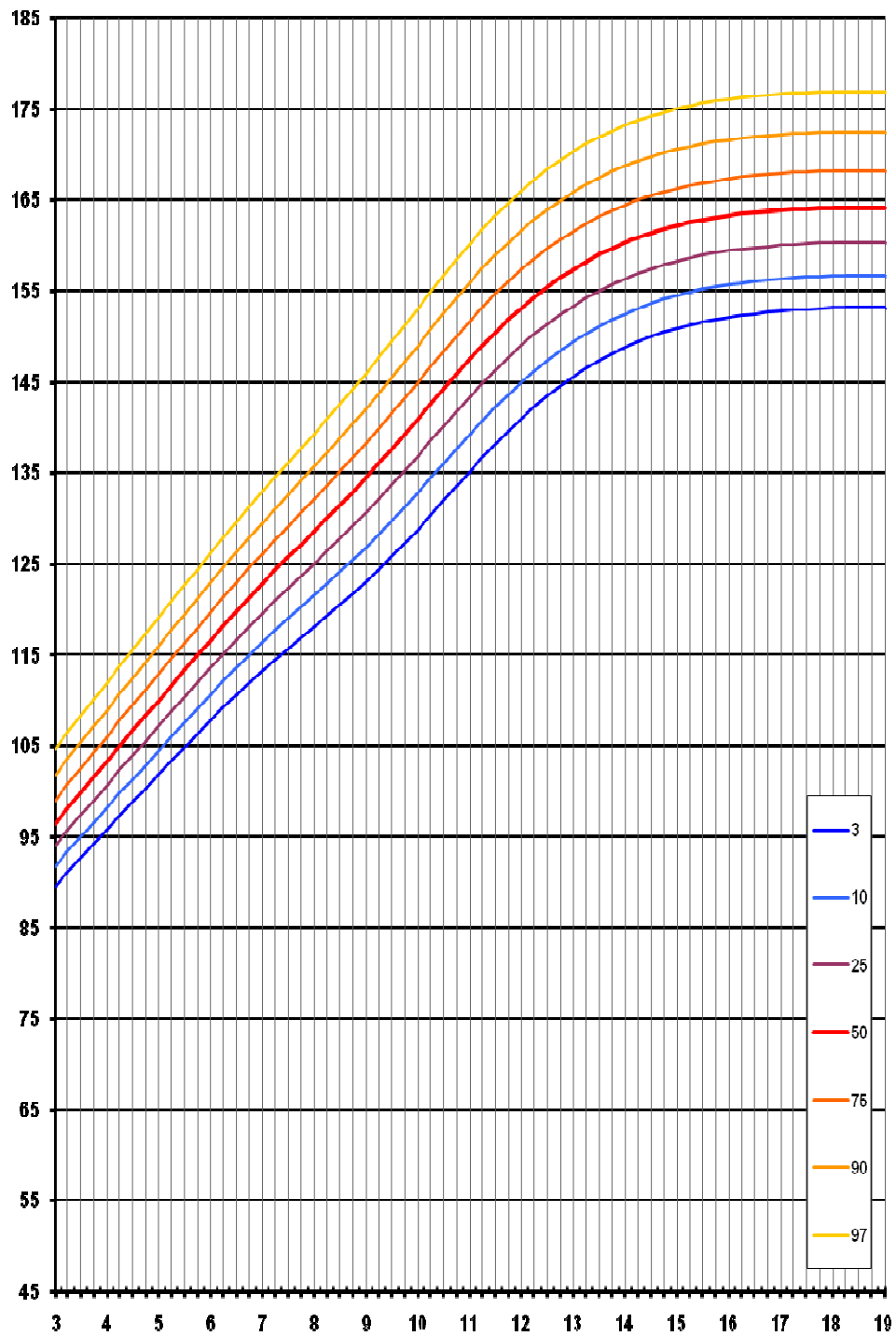


Figura 2: Curva percentilada de Peso (kg) de **mujeres** de 3 años a talla adulta

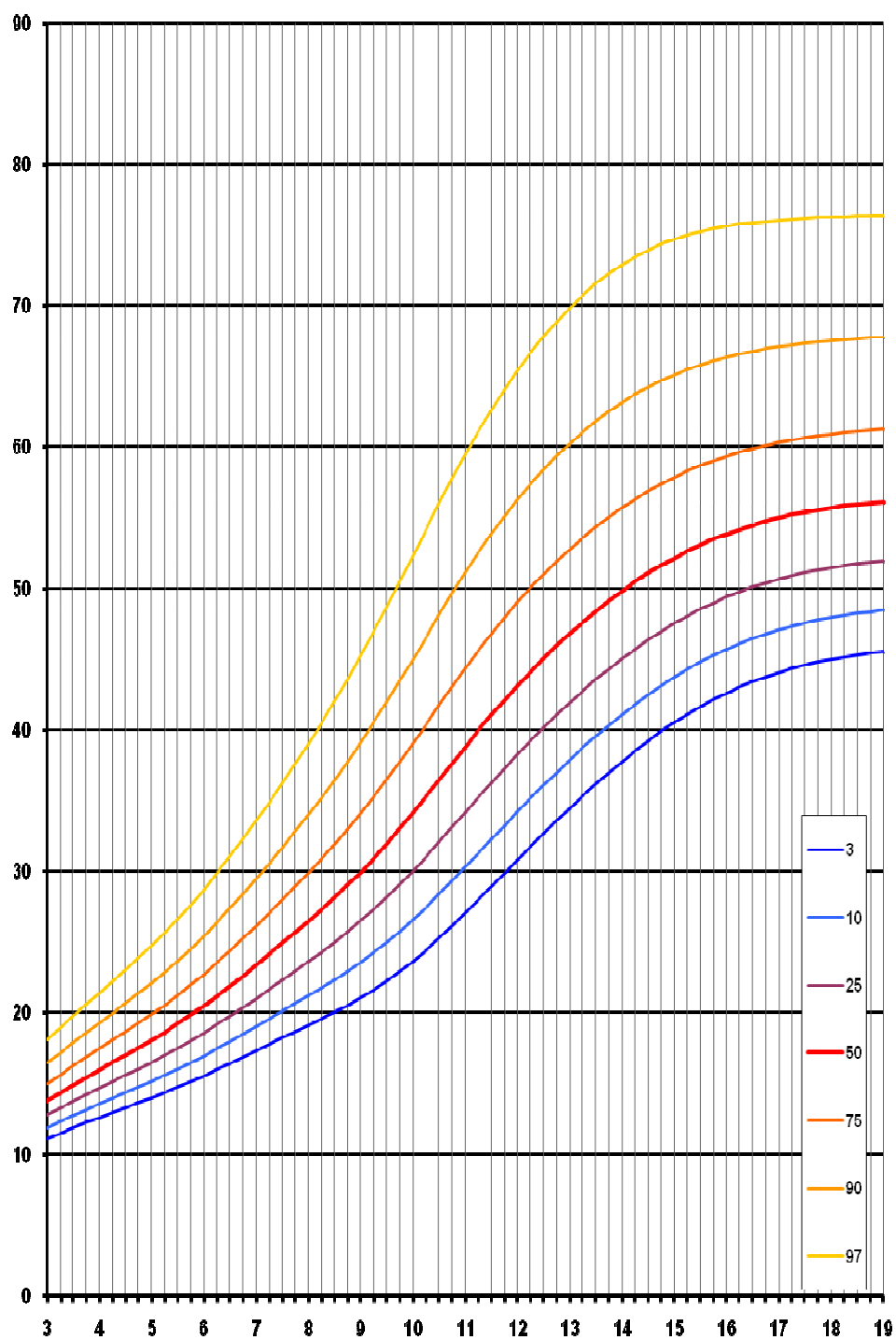


Figura 3: Curva percentilada de IMC de **mujeres** de 3 años a talla adulta

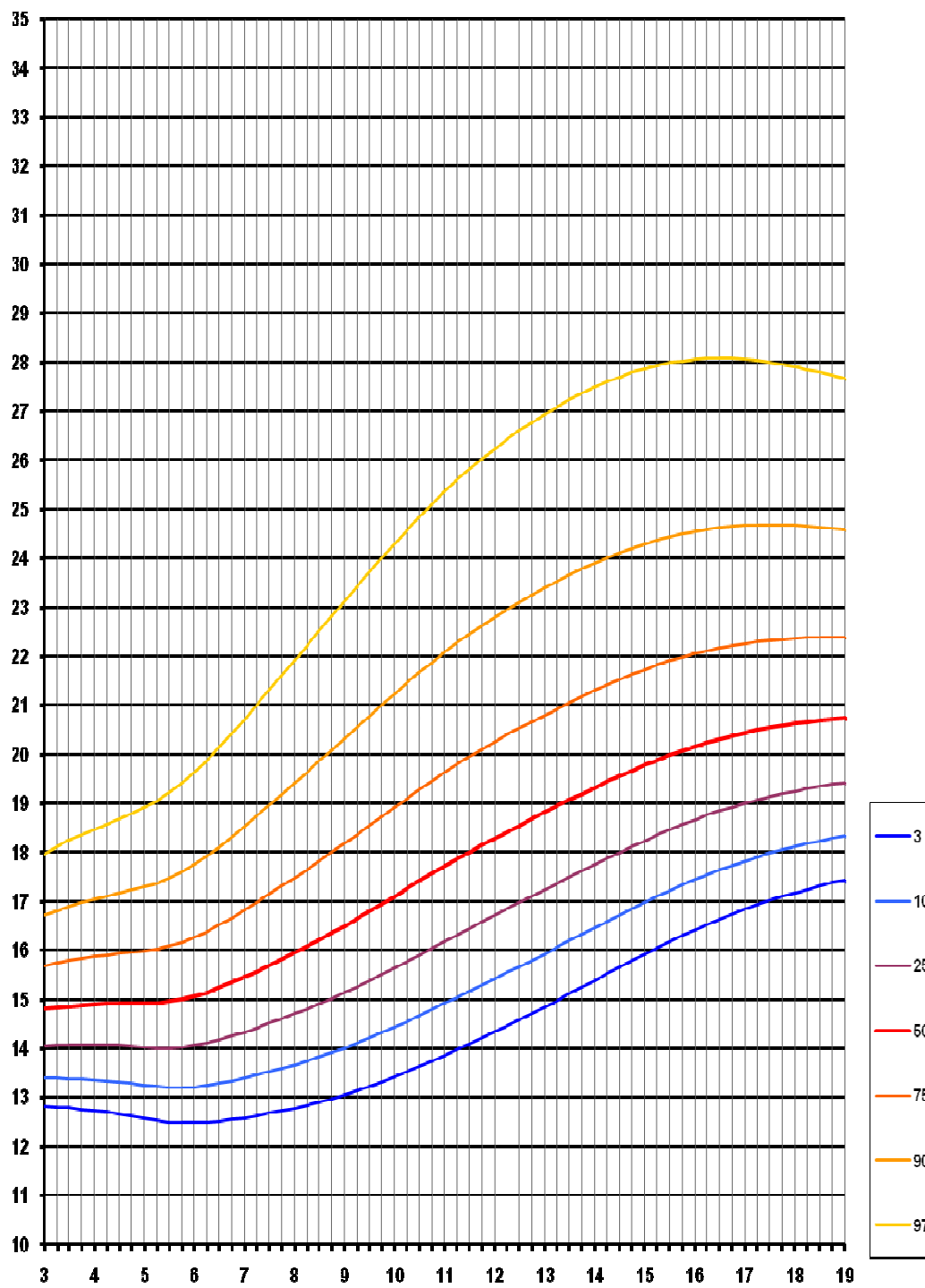


Figura 4: Curva percentilada de Talla (cm) de **varones** de 3 años a talla adulta

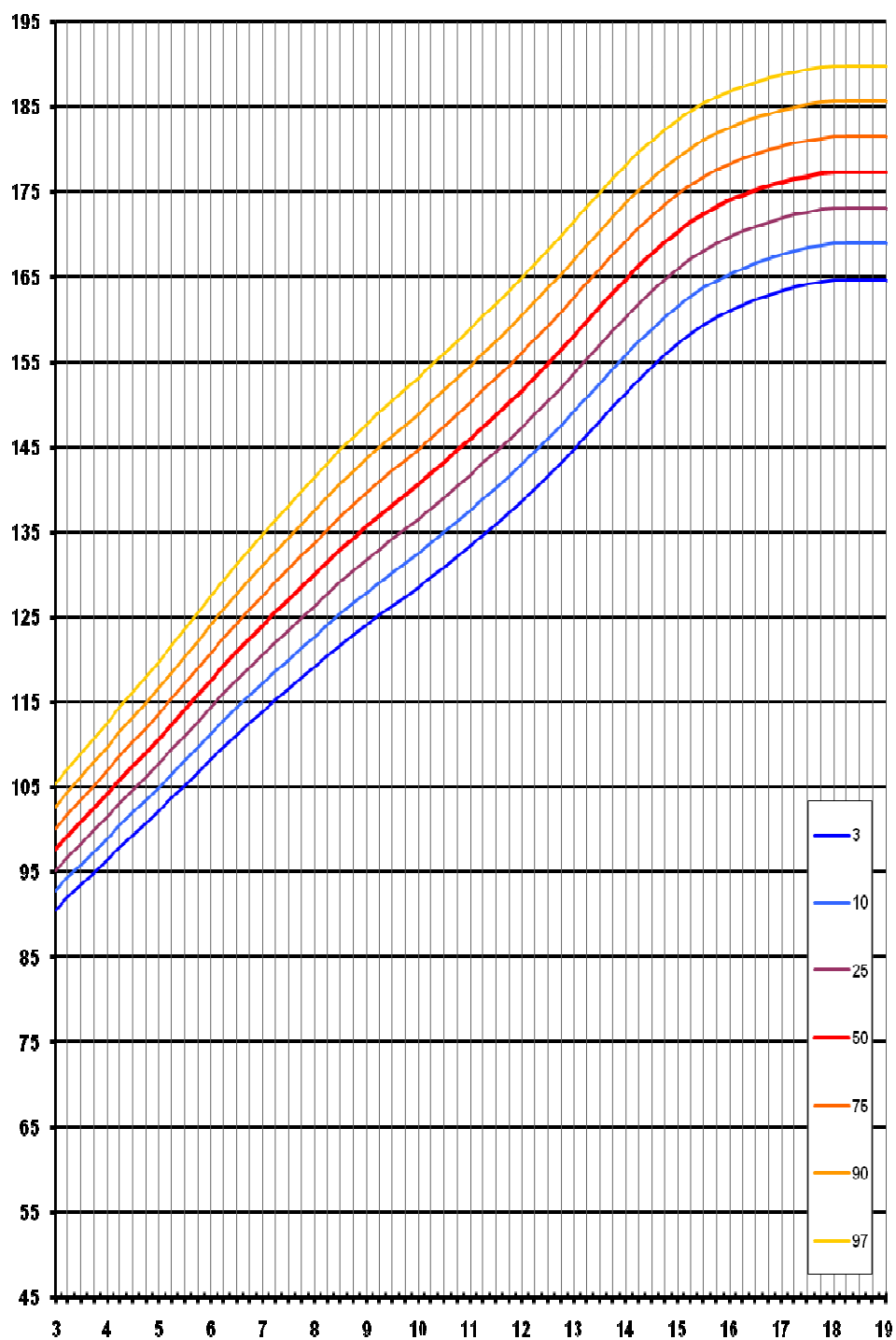


Figura 5: Curva percentilada de Peso (kg) de **varones** de 3 años a talla adulta

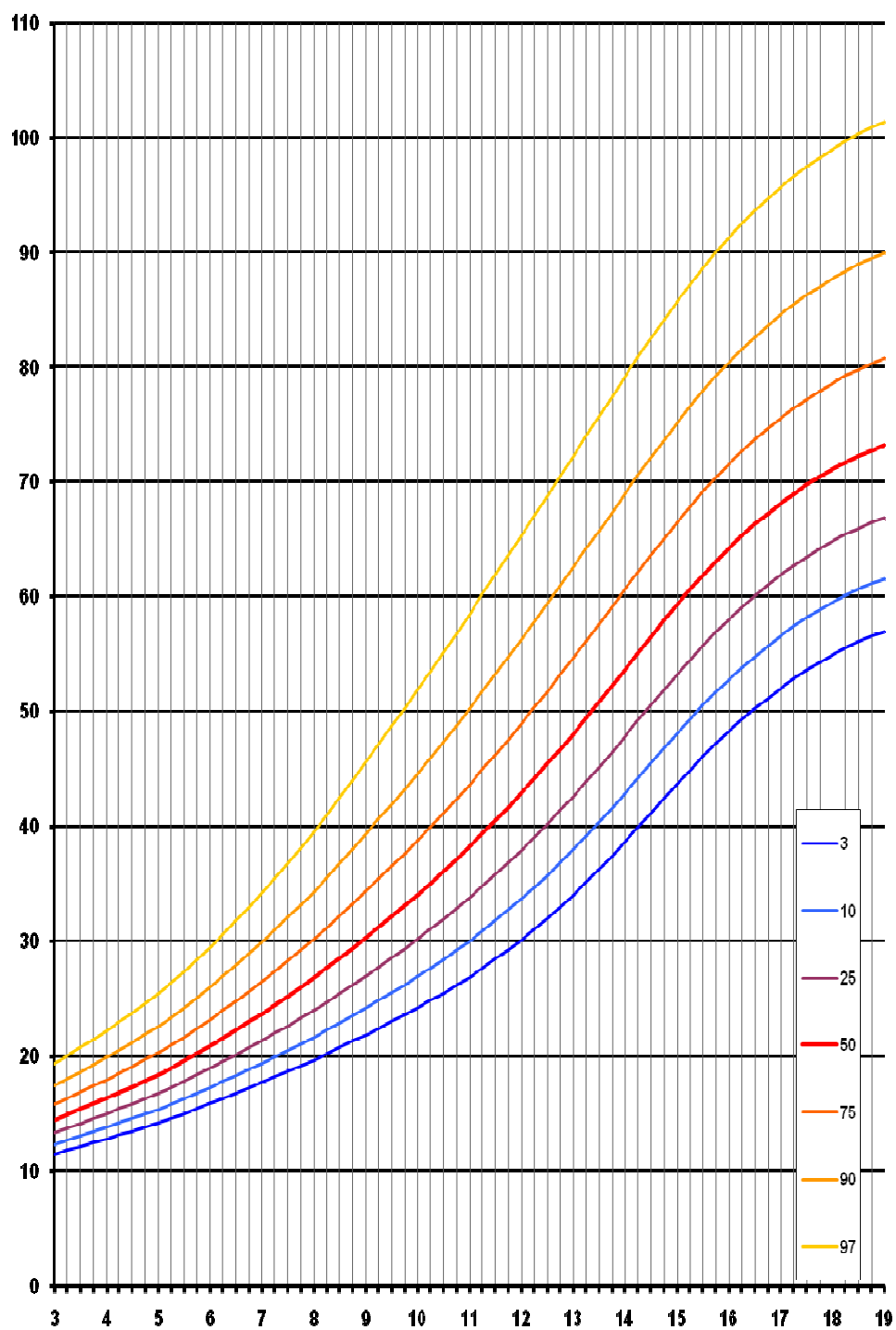
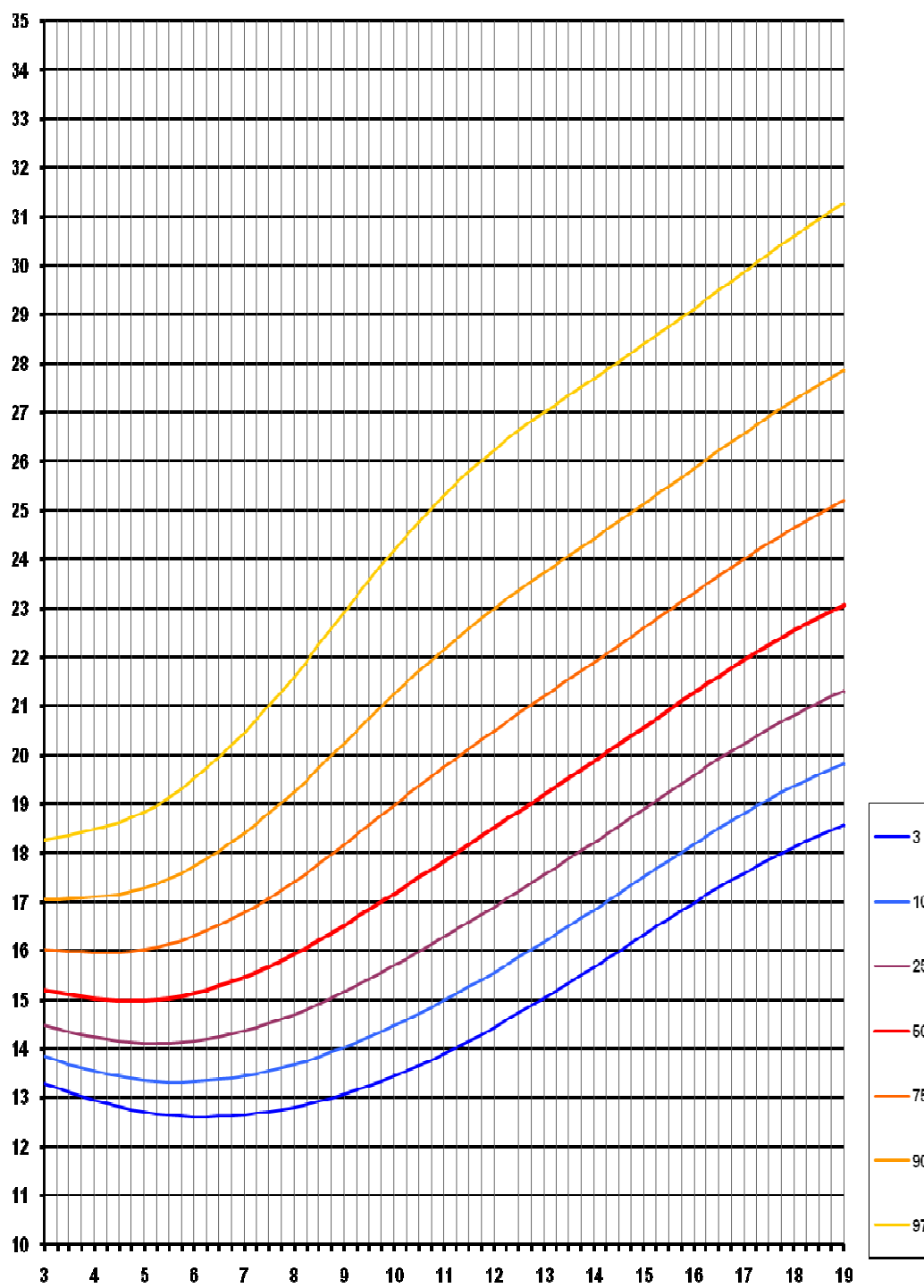


Figura 6: Curva percentilada de IMC de **varones** de 3 años a talla adulta



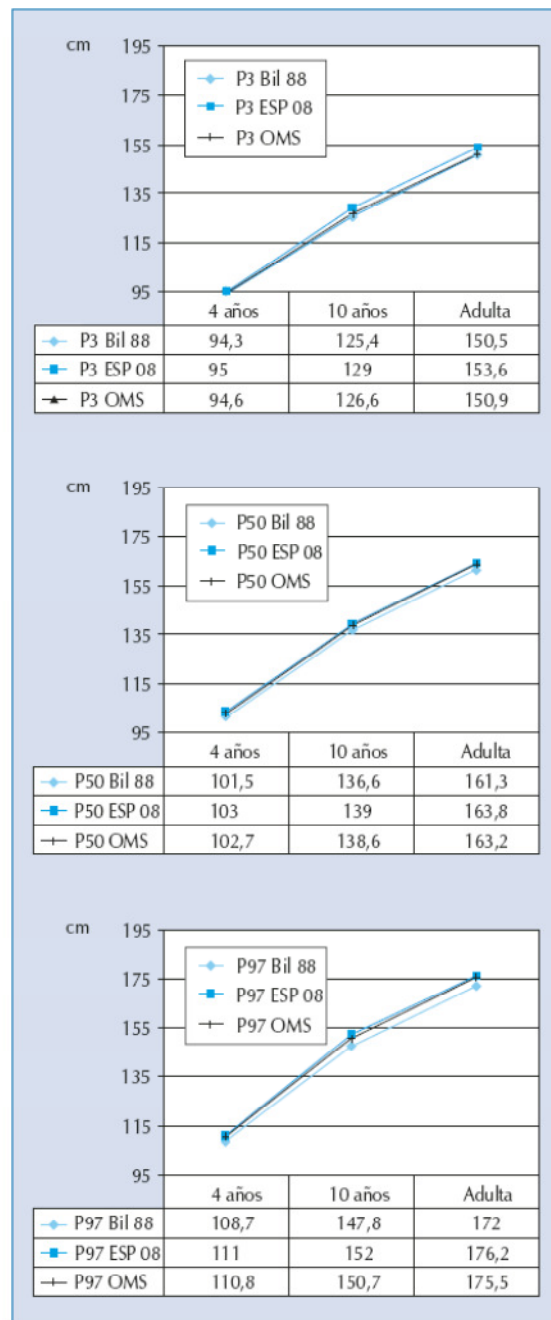


Figura 7: Comparación de los valores de percentiles 3,50,97 de talla para **MUJERES** entre el estudio de Bilbao 1988 (Hernández 1988) entre el Estudio transversal español 2008 (Carrascosa 2008) y el estudio de la OMS (WHO 2006) a las edades de 4,10 y 18 años

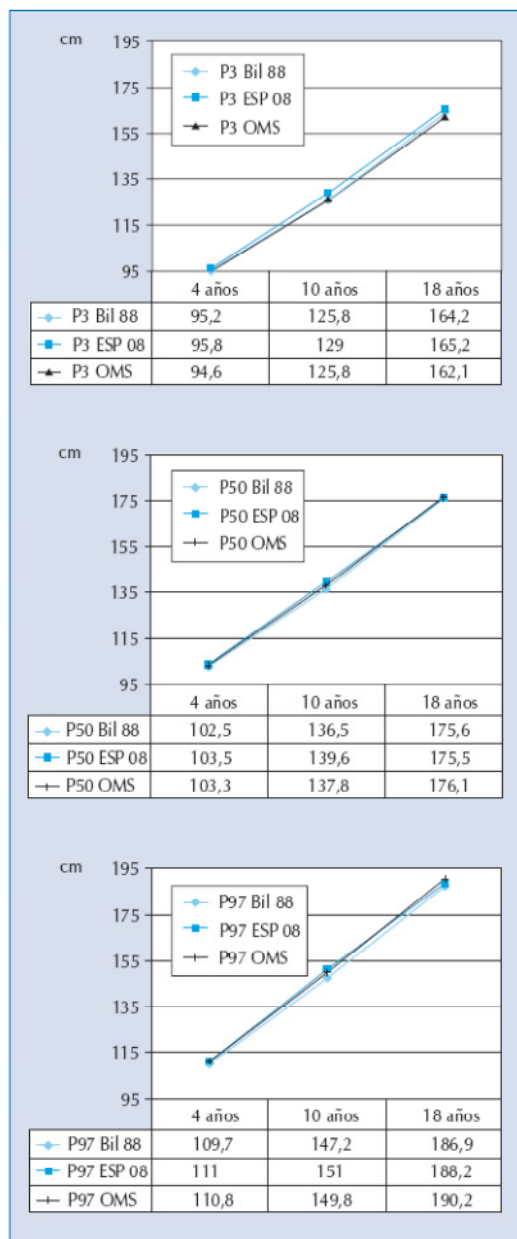


Figura 8: Comparación de los valores de percentiles 3, 50, 97 de talla para **VARONES** entre el estudio de Bilbao 1988 (Hernández 1988) entre el Estudio transversal español 2008 (Carrascosa 2008) y el estudio de la OMS (WHO 2006) a las edades de 4, 10 y 18 años

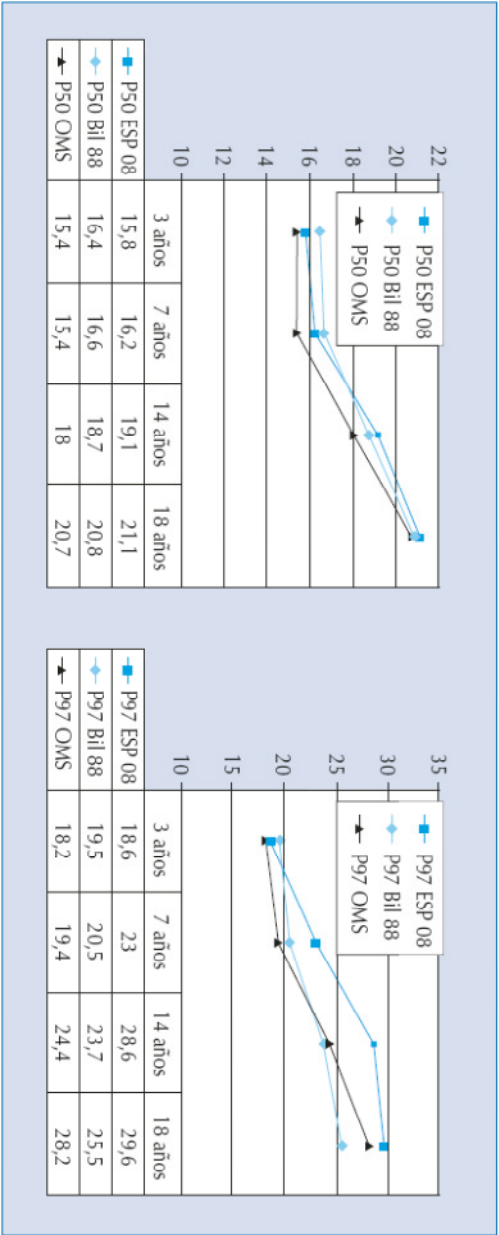


Figura 9: Comparación de los valores de los percentiles 50 y 97 del IMC para **MUJERES** entre el Estudio transversal 2008 (Carrascosa 2008) el estudio de Bilbao 1988(Hernández 1988) y el estudio de la OMS (WHO 2006)

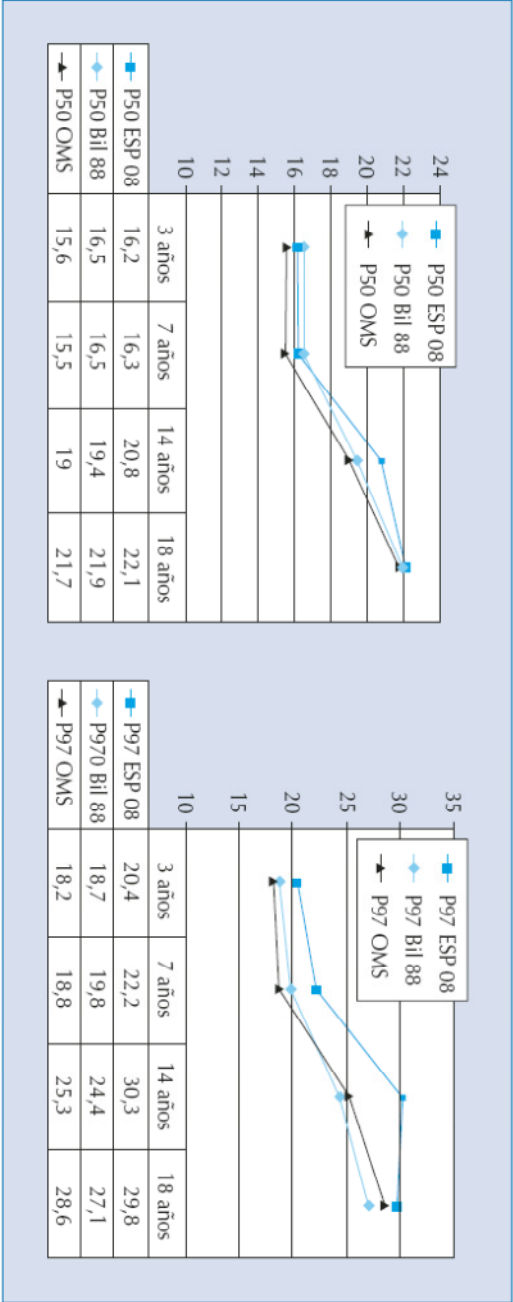


Figura 10: Comparación de los valores de los percentiles 50 y 97 del IMC para **VARONES** entre el Estudio transversal 2008 (Carrascosa 2008) el estudio de Bilbao 1988(Hernández 1988) y el estudio de la OMS (WHO 2006)

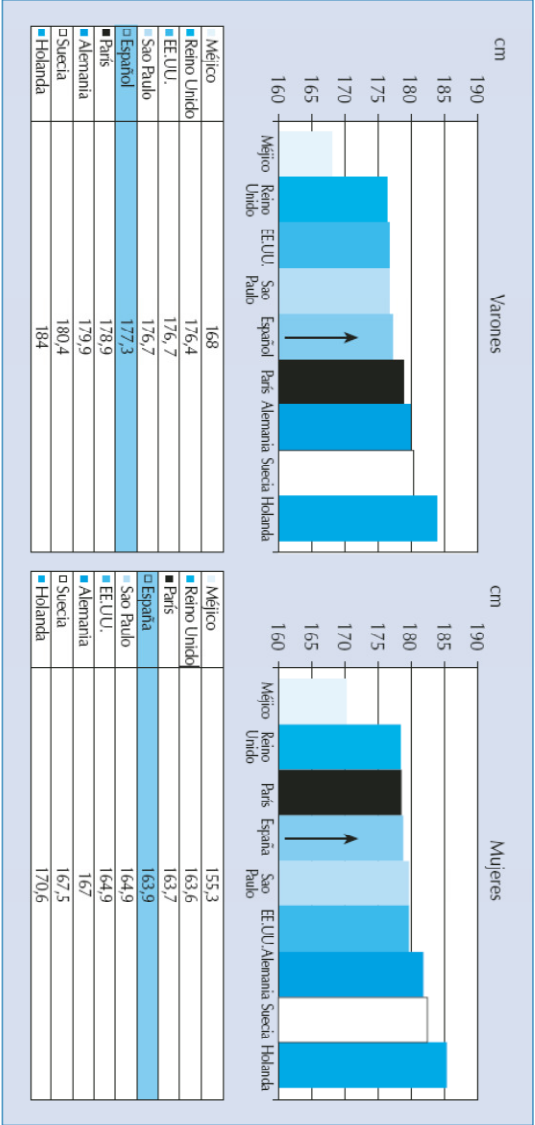


Figura 11: Comparación del percentil 50 de estudios de otros países europeos y americanos en la última década. El gráfico izquierdo corresponde a los varones y el derecho a las mujeres (Carrascosa 2008)

Cm / década

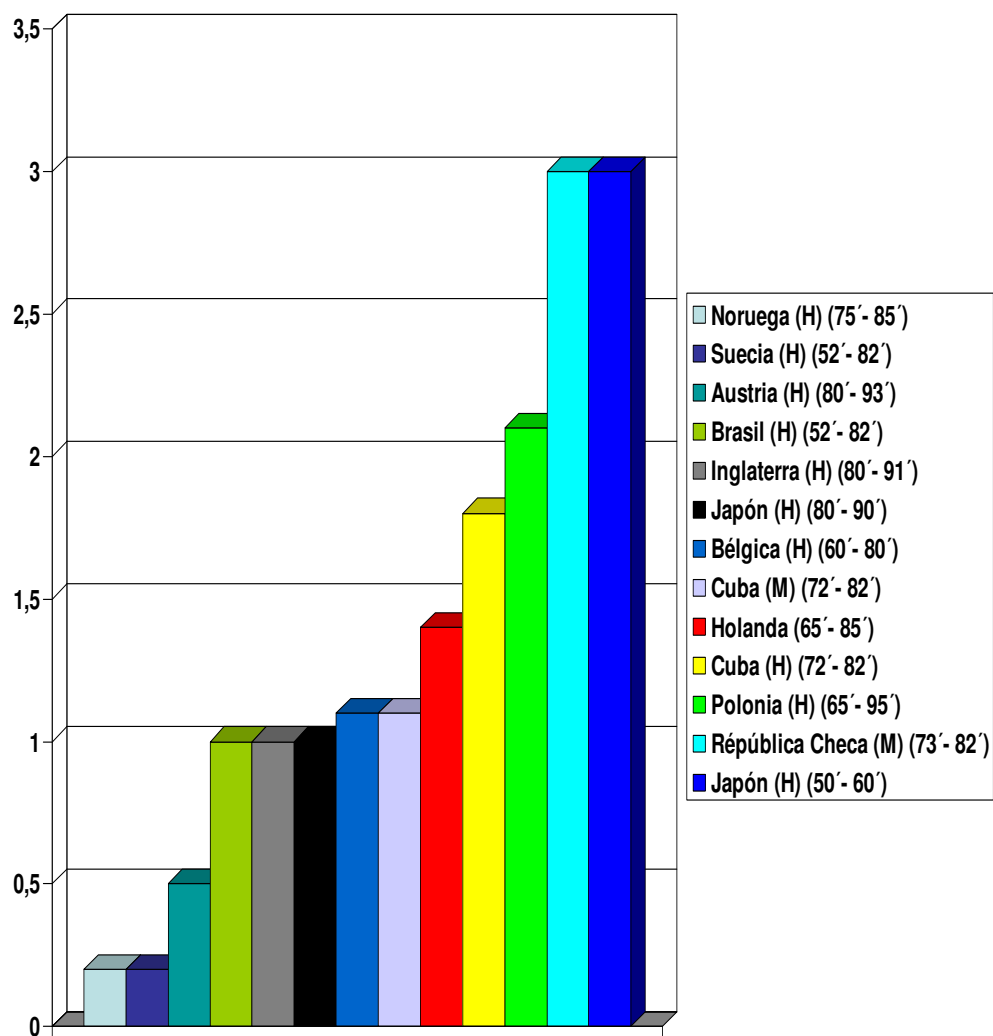


Figura 12: Tendencia secular de talla adulta en varios paises.
H: hombres. M: mujeres (Hauspie et al 1997)

DISCUSIÓN

LOS ESTUDIOS DE CRECIMIENTO

En la población normal, los valores de peso y talla se dispersan cada vez más, desde el nacimiento hasta la edad adulta. A partir del segundo año de la vida cada niño suele crecer siempre por el mismo percentil. Desviaciones por defecto o por exceso han de considerarse patológicas y requieren una evaluación médica. Diversos estudios han valorado el crecimiento en talla y en peso a lo largo de la infancia y adolescencia, y se han elaborado los correspondientes patrones de referencia para la talla, para el peso y para el índice de masa corporal. De forma similar se han recogido los incrementos anuales, velocidad de crecimiento, para estos parámetros (Waterlow et al 1977, Frisancho et al 1993, Khoshoo et al 1997).

Los estudios de crecimiento en la población normal que tienen por objeto obtener los patrones de referencia, pueden ser de tipo longitudinal, cuando los datos se obtienen a partir de los mismos sujetos seguidos desde el nacimiento hasta la edad adulta, y transversal cuando para cada edad evaluada se estudian sujetos diferentes. Los estudios longitudinales precisan de periodos largos de tiempo para su realización, en general pueden transcurrir unos 20-22 años desde que se inician hasta que se publican sus resultados, son homogéneos, permiten estudiar con precisión el crecimiento durante el desarrollo puberal, y la información sobre la talla adulta se corresponde con los datos de la población del momento de su publicación. Sin embargo los datos correspondientes a los 3-4 primeros años de vida y en general a todo el periodo prepuberal, puede que no siempre representen la situación de la población que tiene esa edad en el momento de su publicación, por cuanto fueron tomados entre 10 y 20 años antes de la publicación de los resultados. Los estudios transversales permiten obtener los datos en periodos cortos de tiempo, unos dos años desde su inicio hasta la publicación de los resultados,

representando más fidedignamente el crecimiento de la población correspondiente al momento de la publicación de sus resultados. Sin embargo, no permiten estudiar el crecimiento puberal, al categorizar los sujetos por edades y no por estadios de desarrollo puberal. Los datos que proporcionan son óptimos para el crecimiento prepuberal: los primeros ocho años de edad en las niñas y los primeros diez años de edad en los niños, y para la talla adulta en ambos sexos. Lo ideal es combinar ambos tipos de estudios, realizando estudios longitudinales para los periodos de mayor intensidad de crecimiento: los tres primeros años de vida y el desarrollo puberal, y transversales para el desarrollo prepuberal y talla adulta. Este tipo de estudios tarda entre unos 6-7 años en realizarse.

Diferentes estudios que valoran el peso y la talla han sido publicados en el mundo entero. El primer estudio sistemático de la talla y el peso de niños de distintas edades fue realizado por un escultor, Schadow, a principios del siglo XIX; fue un estudio transversal con una muestra muy pequeña (2 niños de cada edad). Las cifras fueron convertidas por Quetelet en 1870 al sistema métrico.

Hay un estudio longitudinal, anterior a éste, que ha adquirido una gran notoriedad por la precisión y rigor con que fue realizado y por la difusión que, ya en el siglo actual, le dieron Scammon y D'Arcy Thompson al convertir las cifras al sistema métrico y realizar la representación gráfica de las curvas de distancia y velocidad. Este primer estudio fue realizado de 1759 a 1777 por el conde Philibert Gueneau de Montbeillard, quien midió a intervalos de 6 meses a su hijo. Los datos fueron publicados por Buffon en el volumen 41 de los suplementos a la Historia Natural en 1777 (Tanner et al 1981).

Otra fuente de datos longitudinales del crecimiento del siglo XVIII procede de la Carlschule de Stuttgart en cuyo archivo se encuentran las medidas que periódicamente se hacían a los alumnos desde los 8 a los 21 años. El modelo del estudio fue

longitudinal mixto, y dadas las características de la escuela permitió comparar los datos de los hijos de los nobles con el resto de los alumnos y demostrar las diferencias tanto de la talla final como del ritmo madurativo entre ellos (Tanner et al 1981).

A comienzos del siglo XIX Quételet impulsó los estudios de crecimiento e hizo aportaciones del máximo interés sobre las diferencias entre niños y niñas, la distribución de la talla en la población, las relaciones entre el peso y la talla e introdujo por primera vez una fórmula matemática para representar la curva de crecimiento. Ésta resultó errónea ya que no recogía el estirón puberal, probablemente porque se basó en datos transversales procedentes de varios estudios, y creó gran confusión hasta que fue definitivamente rechazada por Bowditch cuando dispuso de los datos de su propio estudio.

Diferentes estudios han sido publicados tanto en Estados Unidos como en Europa valorando peso y talla. En Norteamérica los estudios de crecimiento se iniciaron antes que en Europa y estuvieron vinculados a los estudios del desarrollo intelectual; por eso comenzaron en las escuelas y trataron de establecer una relación entre el crecimiento físico y el rendimiento escolar. El más importante de este tipo de estudios fue el realizado por Porter a finales del siglo pasado en las escuelas de St. Louis que le permitió comprobar que había una relación entre el tamaño corporal y el rendimiento escolar hasta el punto que a la misma edad los niños de ambos sexos con un peso superior se situaban en los grados superiores (Tanner et al 1981b).

Las primeras tablas y curvas de crecimiento fueron las de Bowditch, que fue Decano de la Facultad de Medicina de Harvard y publicó en 1877 las curvas que sirvieron de modelo para estudios posteriores (Bowditch et al 1877). En 1900 Boas, un antropólogo prestigioso que introdujo por primera vez el concepto de tempo o ritmo madurativo, elaboró los primeros estándares de peso y talla de niños escolares americanos, basados

en estudios de 90.000 niños entre 5 y 18 años realizados por varios autores (Boas et al 1892). Unos años después se inician, casi simultáneamente, en la Universidad de Iowa por Baldwin en 1917 y en la de Harvard por Dearborn en 1922 los dos estudios longitudinales más importantes. Éstos fueron seguidos y ampliados por Meredith, Stuart y Stevenson. Sus datos combinados, sirvieron de base a las curvas y tablas que más difusión han alcanzado en Estados Unidos y han servido de referencia durante años en muchos países, entre otros en España (Stuart et al 1946).

Junto a éstos hay que destacar el estudio del Instituto Fels que es el estudio longitudinal norteamericano más amplio y prolongado. Se inició en Yellow Spring, Ohio, en 1929 por Sontag; en él han participado 300 familias y se han estudiado varias generaciones incluyendo datos desde el nacimiento hasta los 48 años de una muestra mayoritariamente de la clase media y media baja (Roche et al 1978).

En 1956, Nancy Bayley, con los datos de varios estudios de las universidades de California, elaboró unas gráficas en las cuales, basándose en la edad ósea, incorporó el concepto de tempo o ritmo de maduración y separó los maduradores tardíos de los precoces, recogiendo las ideas de Boas y Suttleworth. La principal limitación de estas curvas era que el reducido número de niños de la muestra no permitía establecer los percentiles ni utilizarlas como estándares pero sirvieron a su autora para construir las tablas de predicción de talla (Bayley et al 1956).

El año 1971 marca un hito en los estudios de crecimiento americanos. En una conferencia convocada para revisar la utilidad y la metodología de la valoración del crecimiento y la nutrición en los exámenes de salud, expertos del instituto Nacional de la Salud (NIH) y de la Academia Americana de Pediatría (AAP), llegaron a la conclusión de que las curvas de Stuart y Meredith no eran representativas de la población americana y se acordó elaborar unas nuevas. Después de una serie de

reuniones decidieron utilizar dos fuentes de datos: de 0 a 36 meses los datos del estudio longitudinal del instituto Fels y de los 2 a los 18 años los del NCHS, obtenidos en una muestra amplia y cuidadosamente seleccionada para que fuera representativa de la población de 70 millones de niños americanos de 1 a 18 años. Estos niños fueron estudiados transversalmente en ciclos o períodos desde 1963 a 1975 dentro del programa de exámenes de salud y de control de la nutrición (HES y HANES) del Centro Nacional de Estudios de la Salud (NCHS) (Hamill et al 1979).

En 1985 Tanner y Davies construyeron unos estándares longitudinales basados en los datos de este estudio transversal. Para ello calcularon la talla final y la edad del pico de crecimiento máximo ajustando los datos al modelo de Preece-Baines, y la amplitud de éste empíricamente, situándolo en el centro del rango de variación observado en otros estudios longitudinales (Tanner et al 1985).

En Europa los pioneros en este tipo de estudios fueron los escoceses que, bajo la dirección de Alexander Low, llevaron a cabo el estudio de Aberdeen. Éste fue seguido en 1944 por el estudio de Oxford y pocos años después, en 1948, por el Harpenden Growth Study, un estudio longitudinal mixto, en un orfanato de la ciudad de Harpenden, próxima a Londres. Este estudio, dirigido por Tanner, publicado en 1965 (Tanner et al 1966) y realizado íntegramente por Whitehouse, fue decisivo para definir las características técnicas de los estudios posteriores, tanto por la precisión de las normas para realizar las medidas, como por el diseño de algunos instrumentos (estadiómetro, compás de espesor, antropómetro, etc) que posteriormente se han utilizado en la mayoría de los estudios de crecimiento y en las clínicas pediátricas.

En España se realizaron una serie de estudios, casi todos transversales y en la mayoría de los casos con muestras pequeñas y metodología muy heterogénea. Aunque hay algunos estudios previos dirigidos sobre todo a valorar el estado nutricional (Grande et

al 1944), el primer intento de obtener patrones o valores normales de talla y peso fue el de Muro, Aceña y Vivanco que publicaron en 1954 los resultados de un estudio de 4.940 niños escolares, varones, de 6 a 18 años, procedentes de dos colegios privados de Madrid (Muro et al 1954).

En la década de los sesenta Palacios, Vivanco y García Almansa llevan a cabo una serie de trabajos entre los que destacan un estudio transversal de 2.000 niños madrileños de ambos sexos realizado en 1968 (García-Almansa et al 1968) y un estudio nacional en una muestra amplia, de 128.317 niños escolares de 4 a 14 años (64.986 varones y 67.421 niñas) (Palacios et al 1965), procedentes de pueblos y ciudades de todas las provincias españolas. Este último lo llevaron a cabo en 1964 y lo repitieron 6 años más tarde, en 1970, con una muestra de 44.445 de niños varones (Palacios et al 1972).

Todos estos estudios tenían como finalidad obtener patrones de crecimiento de los niños españoles, comparar los datos de peso y talla de las distintas regiones, comprobar la existencia de la tendencia secular y el efecto sobre el crecimiento de algunas medidas sanitarias, como la aplicación del programa de educación en alimentación y nutrición (Palacios et al 1972). Todos ellos suponen un esfuerzo digno de elogio y reconocimiento, sin embargo, la imperfección del diseño, la ausencia de normas metodológicas precisas y de un mecanismo de detección de errores y control de calidad hacen que sus resultados tengan un valor limitado como estándares o patrones de referencia. En cambio, aportan datos de gran interés sobre la importancia de la tendencia secular y su efecto, al ser cuantitativamente distinta en cada una de las regiones, para acortar las diferencias existentes entre ellas (Palacios et al 1972).

Como los estudios anteriores sólo abarcaban de los 6 a los 14 años, en 1970 los mismos autores llevan a cabo un estudio transversal, en una muestra nacional seleccionada al azar de 9.005 niños (4.589 varones y 4.416 niñas) de 0 a 5 años. Sus resultados los

comparan con las tablas de Stuart y Meredith y hacen tres observaciones de gran valor:

- a) que al nacimiento no existen diferencias entre los niños españoles y los americanos;
- b) que de los 10 meses a los 3,5 años se observan un retraso creciente de los niños españoles, y c) que a partir de esta edad las curvas son paralelas, tanto si se comparan los datos observados directamente como las ecuaciones de regresión de la talla sobre la edad (Palacios et al 1972). Estos datos demuestran el papel crucial de los tres primeros años en el crecimiento posterior y en la talla final, tal como ha sido confirmado posteriormente por otros autores (Martorell et al 1992).

En 1977, Iglesias y García Almansa repiten un estudio similar al realizado en 1968 por Palacios, Vivanco y García Almansa en una muestra de los mismos colegios, y comprueban que prácticamente no ha habido modificaciones ni en el peso ni en la talla, lo que indica que durante esa década no había existido "tendencia secular" para la población a la que representaba la muestra, que pertenecía a la clase alta y media-alta de la población madrileña (Iglesias et al 1978).

En 1988, Hernández y sus colaboradores publicaron datos para niños de 0-18 años de edad correspondientes a un estudio semilongitudinal. Simultáneamente otros grupos publicaron también datos correspondientes a estudios transversales realizados en Galicia, Cataluña, Madrid y Canarias. En general, estos datos antropométricos corresponden a poblaciones nacidas hace 18-20 años y se asemejan mucho a los datos publicados en el estudio longitudinal de Tanner (Tojo et al 1981, De la Puente et al 1997, Moreno et al 1988, Sandin et al 1993, Suárez et al 1994).

Sin embargo, la aceleración secular del crecimiento observada en nuestra población hacía necesaria la revisión de estos datos, tal como ya había ocurrido en el Reino Unido, donde en un estudio transversal publicado en 1990 se había observado que esta aceleración hacía desaconsejable el uso de las tablas de Tanner por no reflejar la

situación real, ya que los valores del percentil 3 de Tanner se correspondían con los valores del percentil 1 de la población estudiada en 1990 (Freeman et al 1995, Savage et al 1999).

Afortunadamente en nuestro país en el curso de los últimos años se han publicado los datos para el peso, talla, índice de masa corporal y pliegues subcutáneos, desde el nacimiento hasta la edad de 24 años, correspondientes a diferentes estudios realizados en Zaragoza, Bilbao, Barcelona y Andalucía (López-Siguero et al 2008, Carrascosa et al 2004a, Sobradillo et al 2004, Ferrández et al 2005). Posteriormente en 2008 los datos de los estudios transversales realizados en Andalucía, Barcelona y Bilbao y los datos de talla adulta del estudio longitudinal de Zaragoza se fusionaron, y tras comprobar que no existían diferencias de relevancia clínica entre ellos, se analizaron como una única muestra incluyendo todos aquellos sujetos cuyas valoraciones antropométricas fueron realizadas entre los años 2000 y 2004 (Carrascosa et al 2008). Este estudio, el Estudio transversal español de crecimiento 2008, valora conjuntamente los datos de talla, peso e IMC en 32.064 sujetos, (16.607 varones y 15.457 mujeres) caucásicos hijos de padres de origen español con edades comprendidas entre el nacimiento y los 24 años. Un total de 5.796 eran recién nacidos vivos a término (2.974 varones y 2.822 mujeres) hijos de madres sanas, de gestaciones únicas de evolución normal; 23.701 eran niños y adolescentes (12.385 varones y 11.343 mujeres) de 0,25 a 18 años de edad ambos inclusive y 2.567 eran adultos jóvenes (1.275 varones y 1.292 mujeres) de 18-24 años de edad. Los recién nacidos procedían de gestaciones únicas, de evolución normal y madres sanas, nacidos en los hospitales Vall d'Hebron de Barcelona, Basurto de Bilbao y Miguel Servet de Zaragoza; el peso y la longitud al nacer fueron valorados por un único observador y con el mismo material instrumental en cada hospital.

La población de 0,25 a 18 años de edad se conformaba por niños escolarizados en centros públicos y privados de Andalucía, Barcelona y el área metropolitana de Bilbao. La población de adultos jóvenes de 18 a 24 años de edad estaba integrada por estudiantes de las facultades de medicina, ingeniería y arquitectura de Andalucía y Barcelona y la de Zaragoza procedía de un estudio longitudinal que en aquel momento había finalizado recientemente. El peso y la talla fueron valorados por los mismos observadores y con la misma metodología e instrumental usados en la población de 3 a 18 años de edad.

Los datos obtenidos en estos estudios son muy similares y su valoración conjunta permite afirmar que existe un dimorfismo sexual evidente ya desde la 24 semana de edad gestacional, pero claramente manifiesto y con valores estadísticamente significativos y diferentes desde la 37 semana de edad gestacional, por lo que han de utilizarse curvas diferenciadas por sexos. Respecto a los valores de estudios realizados anteriormente, se ha producido una ganancia en peso y longitud en el grupo de recién nacidos pretérmino, sin modificaciones valorables en los recién nacidos a término. Al alcanzar la talla adulta, los valores de talla se han incrementado para todos los percentiles entre 2,5 y 3,5 cm respecto a los valores publicados en estudios realizados hace 18-20 años y los valores de peso en la edad adulta se han incrementado entre 7 y 8 kg en la población masculina, sin variaciones destacables en la población femenina, y que estos valores comienzan a ser diferentes a partir de los primeros años de vida, particularmente los correspondientes al percentil 97. En general, los valores de talla correspondientes al percentil 3 de la población actual son similares a los correspondientes al percentil 10 de las poblaciones valoradas hace 18-20 años. Los valores del índice de masa corporal de la población actual, respecto a los valores de la población evaluada hace 18-20 años, son superiores en el sexo masculino a partir de los

7 años de edad y se mantienen al alcanzar la talla adulta, y no son diferentes en el sexo femenino. El inicio de la pubertad se produce en ambos sexos un año antes en la población actual que en la valorada hace 18-20 años.

Todos estos datos vienen a confirmar que se ha producido una aceleración secular del crecimiento en la talla adulta en ambos sexos, incrementándose los valores de todos los percentiles (3 a 97, ambos inclusive) entre 2-3 cm respecto a los valores obtenidos en estudios realizados hace 18-20 años. Por otro lado, en nuestro país la talla media de los reclutas, pasó de 163,4 cm en el año 1910 a 166,3 en el año 1960 y a 174,6 cm en el año 1990 (Casado de Frías 1999). Estos datos indican que, teniendo en cuenta los valores de la talla media de los estudios recientemente publicados, en nuestro país se ha producido un incremento de unos 14 cm durante el siglo XX en la talla media de los varones (Carrascosa et al 2008). Si estos datos son extrapolables a la talla media de las mujeres es algo que no podemos afirmar, pero es muy posible que en éstas también haya ocurrido un incremento similar en su talla, dado que los incrementos observados en la talla adulta entre los estudios actuales y los realizados hace 18-20 años son similares en ambos sexos (Carrascosa et al 2004a).

Esta aceleración secular del crecimiento ha sido también descrita en otras poblaciones europeas, asiáticas y americanas (Roelants et al 2009, Hiermeyer et al 2009, Khadilkar et al 2009, Lejarraga et al 2009, Rühli et al 2008, So et al 2008, Freeman et al 1990, Fredriks et al 2000, Albertsson et al 2002, McDowell et al 2005, Deheeger et al 2004).

En 2010 se ha publicado el Estudio Longitudinal Español de Crecimiento 1978-2000 en el que se presentan los datos antropométricos correspondientes al crecimiento para diferentes grupos maduradores de acuerdo con la edad con la que inician el brote de crecimiento puberal. Se analizó una muestra de 540 sujetos de ambos sexos (281

mujeres y 259 varones) nacidos de padres de raza caucásica en Zaragoza, Bilbao y Barcelona entre los años 1978 y 1982. Todos fueron seguidos longitudinalmente desde el nacimiento hasta alcanzar la talla adulta en el centro Andrea Prader de Zaragoza, en la Fundación Faustino Orbegozo de Bilbao y en dos consultas privadas de Barcelona. Este estudio contribuye a realizar una evaluación más correcta del crecimiento puberal, tanto en la práctica clínica diaria como en la investigación clínica, adecuando cada sujeto a su “tempo madurador” y evitando los errores que se pueden cometer cuando el crecimiento puberal es valorado con un único patrón de crecimiento común a todos los sujetos. Este estudio muestra que la talla adulta es similar en todos los grupos maduradores puberales. Si bien los maduradores tempranos entran en pubertad con una talla inferior a la de los maduradores más tardíos, su crecimiento puberal es superior y finalmente todos los grupos alcanzan la misma talla adulta (Ferrández et al 2010)

Por último, se ha publicado recientemente el Estudio transversal Español 2010 que añade los datos de la población de Madrid (López et al 2010) a las incluidas en el Estudio transversal Español 2008. Posteriormente se comentarán las conclusiones de este trabajo.

Una vez analizados los estudios de crecimiento más importantes que existen en la actualidad en España, ¿qué tipo de curvas de crecimiento debemos utilizar para la población española?

¿QUÉ CURVAS DE CRECIMIENTO SE DEBEN UTILIZAR EN ESPAÑA?

La reciente publicación del Estudio transversal español de crecimiento en 2008 (Carrascosa et al 2008), que incluye poblaciones de varias comunidades autónomas como ya se ha comentado, ha supuesto la actualización de los patrones de referencia utilizados en la valoración del crecimiento durante la infancia y adolescencia en España. Durante su elaboración surgió la idea de comprobar si este nuevo patrón de referencia nacional era aplicable en la Comunidad de Madrid, y tras analizar varios trabajos antropométricos realizados en población madrileña (Moreno et al 1988, Sandin et al 1993, Mesa et al 1993, Alberola et al 1993, Marrodán et al 1998, Rosique et al 2001) decidimos comenzar nuestro estudio transversal.

Al comparar nuestra muestra madrileña con las de los 4 estudios que integran el Estudio español 2008, no observamos entre ellas diferencias logarítmicas significativas para el peso y para la talla, siendo cuando las hubo cercanas a cero (Tablas 13-16 y 19-30). Por lo tanto nos encontramos ante cinco poblaciones equivalentes sin diferencias clínicamente relevantes entre ellas lo que indica que, tanto la nutrición, como el potencial de crecimiento de estas poblaciones, son similares. La aceleración secular del crecimiento de la población de la Comunidad de Madrid se hace evidente al comparar nuestros datos con estudios previos realizados sobre población de Madrid (Tablas 31 y 32) y es también evidente al comparar nuestros datos con otros estándares de crecimiento utilizados en nuestro medio (De la Puente et al 1997, Hernández et al 2000, Tanner et al 1966). Ver Tabla 17. Este cambio secular en Madrid presenta el mismo patrón y tendencia que la mayoría de los países europeos (Bodszar 1998).

Nuestros datos, al igual que los del estudio Español 2008 (Carrascosa et al 2008), indican que mientras los valores de talla adulta son similares en ambos sexos a los de nuestro entorno europeo (Tabla 18), no ocurre lo mismo con los valores del IMC que son superiores en los varones y similares en las mujeres. Esta diferencia de género sugiere la existencia de diferencias en los hábitos alimenticios saludables y en los estilos de vida entre ambos sexos en estas edades.

Nuestro estudio apoya la hipótesis de que los datos del Estudio español de crecimiento 2008 son aplicables en la Comunidad Autónoma de Madrid. Por otro lado, al no haber encontrado diferencias entre los datos antropométricos de las poblaciones de las cinco comunidades autónomas recientemente evaluadas en nuestro país (Andalucía, Aragón, Cataluña, Madrid y País vasco), no parecería incorrecto considerar a la población española actual como una población homogénea desde el punto de vista antropométrico y extender por tanto la aplicabilidad del Estudio español de crecimiento 2008 al resto del país. Nuestros datos confirman, al igual que otros trabajos (Lejarraga et al 2009, Hui et al 2008, Wright et al 2008, Van Buuren et al 2008) que las diferencias en el potencial de crecimiento de las distintas razas y poblaciones, unidas a unas diferentes condiciones medioambientales en el mundo entero desaconsejan utilizar un único tipo de curva de crecimiento para toda la población mundial, siendo recomendable servirse de curvas actualizadas confeccionadas localmente (Carrascosa et al 2008, Van Wieringen et al 1986, Hawley et al 2009, Roelants et al 2009, Hiermeyer et al 2009, Khadilkar et al 2007, Cardoso et al 2009, Lejarraga et al 2009, Schwekendiek et al 2009, Juliusson et al 2009, Ruhli et al 2008, Papadimitriou et al 2009, So et al 2008, Karlberg et al 1998, Hauspie et al 1997, Marshall et al 1986. López-Siguero et al 2008, Sobradillo et al 2004, Ferrández et al 2005, Freeman et al 1995, Fredricks et al 2000, Albertsson et al

2002, McDowell et al 2005, Deheeger et al 2004). A título de ejemplo, las tallas adulta de los estudios belga, holandés y sueco, son superiores en hombres (2.4 cm en el de Suecia, 3 cm en el de Bélgica y 6 cm en el de Holanda) y en mujeres (2.6 cm en el de Bélgica, 3.5 cm en el de Suecia y 6.6 cm en el de Holanda) a las del Estudio transversal español 2008. Sin embargo, los valores del IMC de dicho estudio son superiores en los varones y similares en las mujeres. La talla adulta de los varones correspondiente a los estudios francés y suizo es similar a la del Estudio transversal español 2008, mientras que los valores del IMC son inferiores. Lo mismo ocurre con el estudio realizado en Alemania aunque al haber sido realizado en reclutas su fiabilidad no es tan buena como en un estudio prospectivo, ya que se han podido medir por varios observadores y en condiciones diversas (calzados, descalzos etc...). Las poblaciones de la India, de Argentina, de Hong-Kong y del Reino Unido presentan una talla media inferior a la del Estudio transversal español 2008 en ambos sexos y unos valores de IMC inferiores en el sexo masculino y similares en el femenino. Lo mismo ocurre con el estudio estadounidense salvo que los IMC tanto en hombres como en mujeres son superiores a los del Estudio transversal español 2008 (Roelants et al 2009, Hiermeyer et al 2009, Khadilkar et al 2009, Lejarraga et al 2009, Rühli et al 2008, So et al 2008, Freeman et al 1990, Fredricks et al 2000, Albertsson et al 2002, Deheeger et al 2004).

En el seno de este debate es de especial importancia el concepto de “tendencia secular” ya que refleja las condiciones socioeconómicas de una sociedad, factor que influencia la talla adulta y el “tempo” madurativo, como es sabido (Gohlke et al 2009) teniendo por tanto un papel de importancia desde un punto de vista auxológico. En este contexto, la propia existencia de una “tendencia secular”, positiva o negativa, hace necesario una actualización periódica de los valores de referencia que definen talla baja o alta. En la

mayoría de los países de Europa, esta tendencia secular es positiva, y las generaciones descendientes son más altas que sus progenitoras, ajustando la talla por sexo (Figura 12). En ocasiones, esta tendencia secular es misteriosa como ocurre en Estados Unidos, donde es inesperadamente inferior a la tendencia de los países centroeuropeos. Si es la obesidad la que impide el desarrollo óptimo del potencial de talla genética de los estadounidenses está aún por confirmar (Komlos et al 2007). Otro aspecto a tener en cuenta es que la tendencia secular del crecimiento infantil así como un desarrollo acelerado pueden llevar a incrementos transitorios de talla de los niños respecto de cohortes previas sin que la talla final sea necesariamente diferente (Gohlke et al 2009, Fernández et al 2010). Es el caso de los maduradores precoces que presentan tallas altas durante unos años respecto de los maduradores tardíos pero que presentan parecida talla adulta final (Fernández et al 2010). Por lo que el “momento secular” en el que se encuentra una población concreta es de especial interés a la hora de comparar poblaciones. Según Cole TJ, harían falta 6 generaciones (150 años) de condiciones medioambientales óptimas para desarrollar todo el potencial genético ya que es entonces cuando la aceleración secular es inapreciable (Cole et al 2000). Pero, ¿cuáles son las condiciones medioambientales óptimas? ¿La clase social, los ingresos económicos, la educación, el tamaño familiar? A este respecto aún quedan muchas preguntas por contestar.

Estudios recientes documentan la posibilidad de que existan factores externos que influyan sobre la talla final mediante alteración de la expresión de los principales genes de crecimiento a un nivel epigenético ya que el patrón de metilación de los genes de crecimiento aún no ha sido conformado (Gohlke et al 2009). Alteraciones específicas de metilación han sido halladas en niños con talla baja sindrómica como el Sd de Silver Russell encontrándose cambios epigenéticos en el cromosoma 11 que contiene genes de

expresión de IGF-II entre otros (Danker-Hopfe et al 1986). Otros trabajos han mostrado que los cuidados maternos modifican la metilación de promotores de expresión génica asociados con el crecimiento y la maduración (Engelhardt et al 1995). Por extensión, los cuidados perinatales así como la alimentación en los primeros meses de vida pueden influir en la metilación de promotores y en la expresión de genes relevantes de crecimiento. Sin embargo, la manera en la que estas modificaciones de la metilación cambian no es conocida, y se desconoce la repercusión que puedan tener estos cambios en la vida adulta, maduración sexual o talla final.

También es conocido que no todas las poblaciones han respondido igual a las mejoras de las condiciones de vida en cuanto a tendencia secular se refiere (Hauspie et al 1997). A modo de ejemplo, a principios de siglo los americanos presentaban una talla superior a la de cualquier país europeo (Komlos et al 2007), no siendo así en la actualidad. En la población Belga se ha producido un incremento secular con una media de 0,9 cm/década en el periodo comprendido entre 1830-1980. (Vercauteren et al 1984) (Quetelet et al 1831) (Galet et al 1931) (Twisselmann et al 1969) (Malina et al 1990). Sin embargo en Japón el cambio secular ha sido diferente. El incremento de talla en los años 50 llegó incluso a 8 cm/década en los individuos de 14 años. Entre 1980-1990 sin embargo, el incremento secular de los japoneses es similar al de los europeos. Estas diferencias en cuanto a tendencia secular se hacen evidentes en varios países (Hauspie et al 1997, Liestol et al 1995, Takaishi et al 1995, Lindaren et al 1989, Weber et al 1995, Monteiro et al 1994, White et al 1993, Jordan et al 1995, Vercautelen et al 1985, Roede et al 1985, Prebeg et al 1984) Por lo tanto, una cosa es que los factores ambientales sean importantes modificadores de la tendencia secular de una población, y que determinen en parte la talla final de dicha población, y otra considerar que la talla

adulta final no depende de la genética si las condiciones medioambientales que rodean a esa población son óptimas, alcanzando una misma talla adulta final independientemente de su origen, raza o de la talla familiar.

Otro trabajo a tener en cuenta es el de Kuh et al realizado en 1991 (Kuh et al 1991) donde se examina la tendencia secular de talla de una cohorte británica y la de sus padres, ajustada por sexo y año de nacimiento, de 1892 a 1958. Para los hombres, la tendencia media de talla es de + 10,9 mm/década, mientras que para las mujeres es de 3,6 mm/década. Este dimorfismo sexual de la tendencia de la talla no ha sido descrito en ningún otro lugar. Es mayor antes de 1940 que después. Para la cohorte nacida antes de 1905, los padres son un 6,9% más altos que las madres, mientras que en la cohorte nacida en 1958, los hombres son un 9,3% más altos que las mujeres. En opinión de Kuh, el crecimiento en los varones es más permeable o plástico a los cambios medioambientales que el de las mujeres, por lo que en tiempos de bonanza los varones incrementan su talla más que las mujeres, y en situaciones adversas su crecimiento se afecta más que el de aquellas. Este dimorfismo sexual de la tendencia secular de la talla lleva a una interesante contradicción: En el famoso artículo publicado por Galton en 1886 (Galton et al 1886) se encuentra una diferencia de talla hereditaria del 8% ajustada por sexo. Y la misma diferencia es vista en poblaciones actuales. En contrapartida, Cole et al (Cole 2000b) y Kuh et al (Kuh 1991) encuentran que este porcentaje de diferencia se incrementa con el tiempo. Esta observación y la de Galton son incompatibles ya que en la actualidad los hombres son un 8% más altos que las mujeres como ya se describió hace 110 años. Una posible explicación a esto es asumir que la población que seleccionó Galton fuera aventajada o favorecida socialmente y que obtuviera un porcentaje de diferencia superior al de la población de aquella época igualándose de esta forma a la actual.

Existen por tanto diferentes aspectos a tener en cuenta respecto de la “tendencia” o “momento” secular de las poblaciones si se pretende comparar poblaciones heterogéneas desde el punto de vista racial, social, o región de residencia. Sobre todo, conociendo diferentes factores que afectan al cambio secular, como la pobreza (Tanner et al 1992), la clase social (Kuh et al 1991), los ingresos económicos y educación (Meyer et al 1999), el tamaño familiar (Chinn et al 1989), el ambiente urbano o rural (Weber et al 1995), la región de residencia (Padez et al 1999), pero desconociendo el impacto o repercusión concreta de cada uno de ellos sobre la talla infantil o adulta.

La monitorización del crecimiento y su evaluación forman parte de las tareas rutinarias del pediatra de atención primaria. El crecimiento infantil es un indicador sensible del estado de salud de un niño y los indicadores antropométricos que mejor resumen el crecimiento son la talla y el peso. Este último se debe valorar en función de la talla, o en forma de Índice de Masa Corporal, cuyo valor como indicador nutricional ha sido establecido por múltiples estudios epidemiológicos. Un niño que crece bien es probable que no tenga patologías relevantes asociadas, tanto endocrinológicas como sistémicas (Hernández et al 2000b). Una de las características importantes del crecimiento es que es un fenómeno dinámico por lo que, además de explorar el crecimiento del niño en un momento determinado, hay que efectuar su seguimiento.

Los pediatras necesitan, por lo tanto, 2 tipos de gráficas de crecimiento: A- Gráficas de talla, peso e índice de masa corporal según la edad, obtenidas preferentemente a través de estudios transversales, denominadas también gráficas de distancia. B- Gráficas de velocidad de crecimiento, fundamentalmente de la talla, según la edad, obtenidas a través de estudios longitudinales. Ambos tipos de gráficas, de distancia y de velocidad, deben ser actualizadas periódicamente, porque el crecimiento infantil y la talla adulta

han variado a lo largo de la historia de la humanidad en función de las características étnicas y ambientales de las poblaciones.

El crecimiento es, además de un indicador clínico, un indicador socioeconómico y de la tendencia secular. En las últimas décadas se han interesado por el crecimiento infantil y la talla de las poblaciones no solamente los sanitarios, sino también los historiadores de la economía. RW Fogel, Premio Nobel de Economía, ha definido 8 indicadores del Estado del Bienestar: 4 económicos; renta per cápita, salarios reales, razón de Gini, mendicidad. Y 4 biomédicos; talla, IMC, esperanza de vida, prevalencia de enfermedades crónicas. Dos de estos últimos son indicadores antropométricos: Talla e Índice de Masa Corporal. El autor demuestra cómo en Estados Unidos, entre 1710 y 1970, la talla adulta tiene fluctuaciones en el mismo sentido que la esperanza de vida, reflejando la riqueza o escasez de recursos económicos y sociales de los períodos históricos. Este autor considera que los indicadores biomédicos son mucho más informativos de los avances en equidad en el mundo, que los indicadores económicos convencionales (Fogel et al 2000).

Pero la tendencia secular no siempre ha sido del mismo signo a lo largo de la historia como ya hemos comentado. Así, se sabe que frente a la talla adulta media actual de los varones europeos, 177 cm, el Homo sapiens alcanzó una talla de 184 cm hace 300.000 años. Esta talla es la que tenía el Homo sapiens neanderthalensis que vivía en Africa Occidental hace un millón de años (Hernández et al 2000b). El crecimiento es, en definitiva, un fenómeno complejo y su evolución histórica depende, además de factores genéticos, de las características ambientales. Tanto los movimientos étnicos entre territorios como los cambios socioeconómicos y nutricionales, dan lugar a tendencias seculares positivas o negativas, como lo demuestran los numerosos estudios publicados sobre el tema, tanto por profesionales sanitarios como por historiadores y economistas.

En España, como ya se ha comentado, ha habido diversos grupos que han efectuado desde finales de la década de 1970 estudios de crecimiento, tanto transversales como longitudinales. Los estudios transversales más recientes se han hecho en las poblaciones de Bilbao (Sobradillo et al 2004), Barcelona (Carrascosa et al 2004a) y Andalucía (López-Siguero et al 2008). Han finalizado también estudios longitudinales efectuados en las poblaciones de Reus (Llop-Viñolas et al 2004), Zaragoza (Ferrández et al 2005), Barcelona (Carrascosa et al 2008) y Bilbao (Sobradillo et al 2004). El Estudio Transversal Español 2010 (Carrascosa et al 2010), integra y trata como una única población los individuos de los estudios transversales de Bilbao, Barcelona, Madrid (López et al 2010) y Andalucía, y los recién nacidos y las últimas mediciones del estudio longitudinal de Zaragoza poniendo de manifiesto la aceleración secular que se ha producido en el crecimiento infantil en España en las 2 últimas décadas, observada al comparar los datos de este estudio con estudios españoles efectuados previamente, entre ellos el estudio longitudinal mixto de Bilbao publicado en el año 1988 (Hernández et al 1988). Otro de los resultados relevantes del Estudio Transversal Español 2010 es que se ha comprobado que, por lo menos a partir del año 2000, no existen diferencias significativas de talla en las distintas edades entre los niños de las 5 áreas geográficas españolas estudiadas (Carrascosa et al 2010).

En otros países europeos también se están efectuando periódicamente estudios de crecimiento, en los cuales se observa, a semejanza del caso español, la aceleración secular del crecimiento en las últimas décadas, observándose todavía la persistencia de diferencias entre países y distintos grupos socioeconómicos (Cavelaars et al 2000). Así, los niños alemanes (Hiermeyer et al 2009), suecos (Albertsson et al 2002) y holandeses (Fredricks et al 2000) son más altos que los franceses (Deheeger et al 2004), portugueses (Padez et al 2003), italianos (Cavelaars et al 2000) y españoles (Carrascosa

et al 2010). Teniendo en cuenta que el aporte de nutrientes puede considerarse homogéneo en estos países, las diferencias de crecimiento pudieran imputarse a la diversidad de la carga genética dependiendo de la etnia (Sánchez et al 2011)

Recientemente se ha publicado un estudio multicéntrico de crecimiento propiciado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el cual han participado niños de 6 países: Brasil, Estados Unidos de América, Ghana, India, Noruega y Omán. Se han publicado gráficas y tablas de peso, talla, e índice de masa corporal en 2006, y del perímetro craneal, perímetro braquial y pliegues cutáneos en 2007 (WHO, 2006 y 2007). Los autores de este estudio de la OMS lo propugnan como el estudio de referencia que puede sustituir a los estudios nacionales ya que, al incluir exclusivamente niños con lactancia materna, consideran que describen más que la situación real actual de los niños, la situación ideal, es decir “cómo los niños deberían crecer”. En la medida en que estos niños tienen valores inferiores de peso, no se haría, según los autores, una infravaloración del sobrepeso y obesidad en la infancia cuando los pediatras utilizasen este estudio como gráficas estándar para sus pacientes. Esto ha dado lugar a intensos debates y comentarios en diversas publicaciones científicas.

Para Hui et al (Hui et al 2008) estos estándares de crecimiento propuestos por la OMS no son válidas para los niños chinos de Hong-Kong y por extensión tampoco serían válidos para el Este de Asia que supone aproximadamente un quinto de la población mundial ya que idealmente se debe randomizar la selección de la muestra en un estudio de crecimiento, y al no haberse hecho en el estudio de la OMS y al no incluir este estudio datos de población china, consideran inadecuada su aplicación en los países del este de Asia. Al comparar su estudio con el de la OMS encuentran que los niños chinos son similares al nacer, a los 3 y 9 meses tanto varones como mujeres pero son diferentes a los 3 años (-0,34 DE en varones, -0,36 DE en mujeres). La muestra china sigue siendo

igual en peso a la muestra de la OMS pero presenta una talla inferior. La diferencia de talla por tanto no es atribuible a escasez de alimentación o a un inadecuado estado de bienestar. Quizá una restricción epigenética de la expresión de la hormona de crecimiento puede resultar en limitación del crecimiento después de los primeros años de vida y así explicar porqué los niños chinos son más pequeños a los 3 años que los de la muestra de la OMS.

Para Wright et al (Wright et al 2008) los datos de la OMS no pueden aplicarse “simplemente en el Reino Unido” ya que los niños del Reino Unido presentan tallas y pesos superiores al nacer que los de la OMS (Talla +0,65 DE, Peso +0,34 DE) pero no a los 2-4 meses lo que dificulta la interpretación de los percentiles a estas edades. Si se utilizan la gráficas de La OMS en el Reino unido se infradiagnostica bajo peso y estancamiento ponderal en los menores de 4 meses, así como se sobrediagnostica sobrepeso. Proponen adaptar más que adoptar el estudio de la OMS en su país ya que las gráficas de la OMS no son representativas de los niños del Reino Unido respecto de su talla al nacimiento y son sólo aplicables a partir de las 2 semanas de vida.

La clave para que la OMS decidiera unificar los datos de poblaciones tan heterogéneas es asumir que los factores medioambientales son los principales determinantes de las diferencias de talla entre poblaciones y que tienen más impacto sobre la talla que los genéticos (Garza et al 2004). La OMS decidió elegir una representación de las 6 regiones geográficas más importantes del mundo basando los criterios de inclusión en función de un amplio estudio y de un análisis de la capacidad de dichas regiones de implementar el protocolo del MGRS (Multicenter Growth Reference Study) y de los fondos de los que se disponía (De Onis et al 2004). Esto supone el riesgo de dejar fuera del estudio a poblaciones igualmente sanas que presenten un patrón de crecimiento

diferente a las seleccionadas. De hecho este riesgo es tan real que un estudio realizado previamente por la OMS, en el que se incluían niños lactados a pecho de forma exclusiva procedentes de 7 países diferentes (Australia, Chile, China, Guatemala, India, Nigeria y Suecia) concluía con la afirmación de que el crecimiento de estos niños era “notablemente similar, exceptuando el crecimiento de los niños chinos y de los hindúes” (WHO 2000).

El MGRS 1997-2003 recoge datos de crecimiento de 8500 niños de 0-5 años de seis lugares étnicamente heterogéneos, Brasil, Ghana, Noruega, USA, Oman, y la India. Se pretende que se utilicen como referencia mundial al asumir que las desviaciones de talla para cada edad son las mismas en todo el mundo.

El porcentaje total de la variación de talla entre los lugares seleccionados por la OMS mide la discrepancia entre dichas poblaciones. La OMS estima este porcentaje en el 3,4% como evidencia de que las seis poblaciones pueden ser unificadas con seguridad. Este porcentaje varía con la edad siendo del 1% a los 12 meses de vida y del 7% a los 60 meses. Sus datos muestran que el crecimiento de los niños a esta edad es muy similar independientemente del lugar de origen. En el estudio de Hui los niños de 3 años chinos que viven en entorno y condiciones óptimas presentan -0,32 DE de talla en varones y -0,36 DE en mujeres respecto de los de la OMS (Hui et al 2008). Aunque la diferencia es estadísticamente significativa, la pregunta que se hacen algunos autores es si es sustancial o no (Van Buuren et al 2008). Las diferencias de talla media entre las poblaciones incluidas en el estudio de la OMS varía de -0,4 DE a +0,4 DE. Cuando los datos del estudio de crecimiento de Hui se añaden a los de la OMS, la magnitud de la diferencia cae en el mismo rango que la OMS considera como aceptable. Esto sugiere que la inclusión de los datos de China no alterarían demasiado los globales del estudio de la OMS, lo que parece un contrasentido si tenemos en cuenta que se ha publicado

que las tallas de los niños chinos han incluso superado a los de la OMS (Coordinating Study Group of Nine Cities on Physical Growth and Development of Children Capital Institute of Pediatrics 2007). Es probable que la “n” del estudio de la OMS diluya estas diferencias. Y, aunque las tallas del estudio de Hui sean diferentes a las de la OMS no alterarían sustancialmente el resultado global en caso de fusionarse los datos.

“Adaptar” o “adoptar” los datos de la OMS en un determinado país como comenta Van Buuren (Van Buuren et al 2008) es un tema a debatir por la comunidad científica al ver ejemplos como el de Bangladesh, donde el 60% de la población de entre 0-5 años se encuentra por debajo de 2DS de talla respecto del estándar que propone la OMS. Refleja la necesidad de mejorar la situación sociosanitaria y económica del país cierto, pero es poco probable que se puedan aplicar los estándares de la OMS a una población tan diferente de las que se incluyen en el dicho estudio.

Muchos países son capaces de desarrollar sus propias gráficas de crecimiento. Es bien conocida la necesidad de disponer de referencias de crecimiento apropiados de peso y talla ajustados por edad y sexo. Estos estándares deben reflejar un patrón de crecimiento normal o saludable para una población determinada. Al existir cambios de peso, talla e IMC a través de diferentes generaciones en todos los lugares del mundo, es necesario actualizar periódicamente estos patrones de referencia. El argumento para utilizar un único estándar internacional para la valoración del crecimiento se basa en que, en un hipotético ambiente óptimo de salud y nutrición se produce un crecimiento similar, independientemente de la población de origen y de los antecedentes genéticos. Sin embargo, la actual tendencia para muchos países es la utilización de gráficas regionales actualizadas. La razón es que muchos países se encuentran en diferentes “estadios de tendencia secular” como ya se ha comentado. La diferencia de talla e IMC entre los

países de Europa es notable. La talla media final de Holanda es superior en más de 6 cm a las de otros países europeos. Por lo tanto, incluso en regiones geográficas restringidas y próximas, la aplicación de un único estándar de referencia sería incorrecto. Para Karlberg la aplicación de un único estándar internacional de crecimiento para el mundo entero no debe ser tenido en cuenta seriamente por los clínicos (Karlberg et al 1999).

En Argentina se ha decidido incorporar los datos de la OMS a sus tablas durante los primeros dos años de vida (Lejarraga et al 2009) ya que no disponen de datos nacionales suficientemente fiables de peso, talla e IMC en esas edades. No han decidido incorporar los datos de la OMS en toda su extensión (hasta los 5 años) ya que opinan que en Argentina se deben seguir utilizando tablas descriptivas, tal como lo consideran los países que disponen de tablas nacionales. Opinan que la incorporación de datos de niños alimentados a pecho es necesaria ya que el crecimiento en los primeros 2 años de vida se relaciona intensamente con la nutrición sin embargo enfatizan que este efecto desaparece después de los 2 primeros años de vida aproximadamente (Lejarraga et al 2009)

El diseño del estudio de crecimiento de la OMS combina un estudio longitudinal desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida con un estudio transversal de niños entre 18 y 71 meses. Además de la aceptación de la participación en el estudio, uno de los criterios de inclusión era que la familia de los niños perteneciese a un estatus socioeconómico que garantizase un crecimiento óptimo, no limitado por cuestiones ambientales. El segundo criterio fundamental de inclusión es nutricional, los niños debían ser alimentados mediante lactancia materna exclusiva o predominante hasta al menos 4 meses, y lo más cerca posible de los 6 meses, continuando la lactancia parcial hasta al menos 12 meses (De Onis et al 2004). Esto dio lugar a que el 83% de los potenciales

sujetos del estudio longitudinal y el 69% de los del estudio transversal fueran excluidos antes de iniciar el estudio, siendo la razón fundamental de la exclusión en Brasil, Ghana, India y Omán, el bajo nivel socioeconómico. Los exigentes criterios nutricionales impuestos hicieron, entre otras razones, que se fueran perdiendo niños de la muestra inicial, de modo que el número de niños que continuaron en el estudio longitudinal de la OMS hasta los 2 años fue 882, aproximadamente la mitad de la “n” inicial reclutada al nacimiento. Las pérdidas fueron heterogéneas entre países. Así, en Brasil se perdieron el 80% de la muestra inicial al llegar a los 2 años. El diseño del estudio de la OMS ha permitido obtener inicialmente datos de los 0 a los 5 años de edad. Se han completado las gráficas hasta los 19 años de edad con la actualización de los datos del estudio previo del National Center for Health Statistics (NCHS) y la OMS del año 1977. Una de las limitaciones metodológicas de este estudio es la mezcla de diseños. Tiene un componente longitudinal hasta los 2 años, un componente transversal desde los 18 meses hasta los 5 años de edad, obteniéndose los datos a partir de esa edad, mediante la prospección de los datos de 5 a 19 años del estudio de 1977 anteriormente citado, utilizando métodos estadísticos, para dar continuidad de una forma suave a los datos obtenidos de 0 a 5 años. Este estudio no incluye a la población asiática, y hay una escasa representación de la raza negra y otras etnias. La población seleccionada, en la medida en que pertenece a las élites en el caso de los países menos desarrollados, es probable que tenga una influencia cultural anglosajona. Estos hechos deberían ser tenidos en cuenta para valorar la representatividad y validez externa del estudio. Al tener el componente longitudinal del estudio de crecimiento de la OMS una duración acotada en el tiempo, los datos de velocidad de crecimiento son sólo para los 2 primeros años de edad, período en el que, al haber una gran desaceleración fisiológica del crecimiento, las velocidades tienen una mayor variabilidad que en edades posteriores y

son difíciles de interpretar y de una utilidad limitada para el pediatra. El estudio de la OMS no permite obtener velocidades de crecimiento para las edades posteriores ni en la pubertad ya que, a partir de los 2 años, los datos corresponden a un estudio transversal y, a partir de los 5 años, son una prospección de datos de hace 30 años mediante métodos estadísticos. Como se puede apreciar en las figuras 7 y 8, existen diferencias en los valores de los percentiles 3, 50 y 97 de la talla al comparar el estudio transversal español con el estudio de la OMS. Se han incorporado en la comparación los datos del estudio de Bilbao de Hernandez M y cols, publicado en 1988 porque, para algunos percentiles, los datos de la OMS son más semejantes a los datos del estudio de Bilbao, publicado hace más de 20 años, que a los del estudio transversal español, más reciente. Estas diferencias con el estudio de la OMS son mayores al comparar el índice de masa corporal, aunque las diferencias encontradas pueden también ser atribuidas, además de al aumento de sobrepeso y obesidad en la población infantil española, a la metodología diferente de ambos estudios. En primer lugar, el estudio de la OMS ha seleccionado la muestra con criterios nutricionales. En segundo lugar, efectúa un tratamiento estadístico diferente para las distribuciones de peso según la longitud, y del índice de masa corporal según la edad. Así, debido a la desviación que observaron de los datos de la muestra hacia pesos elevados, excluyeron en el componente transversal de su estudio a los individuos con valores de peso según longitud por fuera del intervalo de ± 2 desviaciones estándar (obtienen el valor de esta desviación duplicando los elementos de la muestra con la inclusión de los valores espejo de cada individuo alrededor de la mediana). Finalmente fueron excluidos, previamente a la construcción de los estándares, el 1,3% de los varones y el 1% de las mujeres con valores de peso según longitud más elevados, así como el 0,1% de los valores más bajos. Como se observa en las figuras 9 y 10, los percentiles 50 y 97 del Estudio transversal español se encuentran por encima de

los correspondientes valores del Estudio de la OMS, siendo estas diferencias escasas para el percentil 50 y mayores para el P97. En conjunto, las diferencias son mayores a partir de los 7 años de edad, y más acentuadas en los varones. Los valores del Estudio de Bilbao 1988 se encuentran en una posición intermedia entre ambos Estudios.

A raíz de la publicación del Estudio de la OMS en 2006, se ha establecido en la comunidad científica española un debate sobre qué tipo de gráficas debieran utilizar los médicos que atienden niños para monitorizar el crecimiento. Aun admitiendo las grandes aportaciones que plantea el Estudio de la OMS sobre las características del crecimiento de una cohorte concreta de niños de 6 países, alimentados mediante lactancia materna, existen fundadas razones para seguir efectuando periódicamente y usando en la clínica estándares propios poblacionales, cuando esto es posible, como es el caso de España. El Estudio de la OMS sólo incluye un país europeo, Noruega, en la muestra (WHO 2006, WHO 2007). Los datos del Estudio transversal español 2008 (Carrascosa et al 2008) han puesto de manifiesto que existen diferencias entre las tallas de los niños españoles y las de otros países del Norte de Europa, como Alemania (Hiermeier et al 2009), Holanda (Fredricks et al 2000) y Suecia (Albertsson et al 2002). Es altamente probable que los niños de nuestro país sean diferentes, no sólo en cuanto a los valores alcanzados por los indicadores antropométricos en cada grupo de edad y sexo, sino también en cuanto a los ritmos de maduración.

La Figura 11 representa las diferencias de talla adulta entre el estudio transversal español y otros estudios europeos y americanos recientes. Esta persistencia de las diferencias con otras poblaciones europeas contrasta con su ausencia entre distintas regiones españolas, a diferencia de lo que ocurría el siglo pasado, lo que probablemente sea debido al componente étnico y nutricional común de las distintas regiones españolas. Esto ha sido demostrado en el Estudio transversal español 2008, el cual

incluye datos de 4 regiones (Andalucía, Aragón, Cataluña y País Vasco). El estudio de crecimiento de la Comunidad Autónoma de Madrid motivo del desarrollo de esta Tesis Doctoral (López et al 2010) corrobora lo anterior, y confirma que la población española es en este momento homogénea desde un punto de vista antropométrico. Teniendo en cuenta la persistencia en el momento actual de la aceleración secular de talla y peso en nuestro país, tal como hemos descrito anteriormente, los estudios transversales tienen ventajas sobre los longitudinales para ser utilizados actualmente como gráficas de distancia. En primer lugar, la muestra de un estudio transversal, al contar con más individuos, es mucho más heterogénea y, por lo tanto, más representativa de la población. En segundo lugar, al efectuarse en períodos más cortos y próximos a la fecha actual, va a detectar mejor la tendencia secular. Por último, debido al gran número de niños diferentes medidos, los percentiles extremos pueden ser definidos con mayor precisión. Así, el Estudio transversal español incluye a un total de 1.479 varones y 1.282 mujeres de 0,25 a 2 años, además de los 5.796 recién nacidos de ambos sexos. Estos valores son muy superiores a la muestra de los 2 primeros años del Estudio de la OMS, el cual incluye hasta los 18 meses un número muy inferior de niños diferentes, al tratarse de un estudio longitudinal que, si bien permite obtener velocidades de crecimiento, tiene el inconveniente de que la muestra de niños diferentes es, necesariamente, más pequeña. La muestra total del Estudio transversal español 2010 (Carrascosa et al 2010), desde el nacimiento hasta la talla adulta, es de 38.461 sujetos, 19.975 varones y 18.486 mujeres. El tratamiento estadístico con el método LMS permite construir curvas de referencia de centiles desde el nacimiento hasta la talla adulta, actualizadas para el período de la última década, y con una gran precisión, debido al número de elementos diferentes de la muestra por cada grupo de edad y sexo. El pediatra de Atención Primaria debe utilizar preferentemente gráficas de distancia en

la clínica, es decir, gráficas que representan los valores antropométricos para los diferentes grupos de edad y sexo. Como venimos diciendo, este tipo de gráficas se obtiene con una mayor representatividad de la población, y una mayor precisión de los percentiles extremos, mediante estudios transversales. En la evaluación de los retrasos de crecimiento se necesitan adicionalmente las curvas de velocidad, útiles en casos seleccionados en las consultas de Atención Primaria, e imprescindibles en el despistaje de alteraciones endocrinológicas o sistémicas con repercusión sobre el crecimiento en las consultas hospitalarias. El Estudio longitudinal español recientemente publicado suministra gráficas diferenciadas para valorar la velocidad de crecimiento, según que el brote de maduración puberal sea temprano, medio o tardío (Ferrández et al 2010).

Uno de los problemas epidemiológicos más acuciantes en el momento actual es la detección precoz del sobrepeso y la obesidad infantil. Los estudios transversales actuales han puesto de manifiesto que su prevalencia ha aumentado comparativamente con los estudios efectuados 2 décadas antes. Éste es uno de los argumentos usados por los que propugnan utilizar para la monitorización del crecimiento el Estudio de la OMS (WHO 2006, WHO 2007), en la medida en que los niños de este estudio presentan una prevalencia menor de sobrepeso y obesidad, lo que es debido, como antes se ha indicado, a los criterios de selección de la muestra y también a la metodología estadística utilizada. Se puede hacer, sin embargo, una adecuada estimación del sobrepeso y la obesidad con las gráficas de crecimiento españolas actuales, aplicando los criterios antropométricos de Cole (Cole et al 2007) para la definición de estas situaciones clínicas. Esto significa definir como puntos de corte de sobrepeso y obesidad las diferentes edades, los correspondientes al percentil que adquiere los valores 25 kg/m² y 30 kg/m², respectivamente, en el momento de alcanzar la talla adulta. El criterio anterior aplicado a las gráficas del Estudio transversal español 2008 ha hecho

que los autores hayan propuesto en el mismo, como puntos de corte de sobrepeso y obesidad para el índice de masa corporal, los percentiles 80 y 97 para los varones, y 85 y 97 para las mujeres, los cuales están muy próximos a los valores 25 y 30 a los 18 años de edad. Esto se representó gráficamente mediante un sombreado especial de las áreas superiores a estos percentiles en las gráficas publicadas del índice de masa corporal para las diferentes edades de ambos sexos, con el objeto de facilitar una interpretación nutricional adecuada de los pacientes que se sitúan con este parámetro en los percentiles extremos (Carrascosa et al 2008).

En cualquier caso, hay que recordar que el diagnóstico de sobrepeso y obesidad es, fundamentalmente, “clínico” ya que, dependiendo de la estructura y composición corporal, el índice de masa corporal puede variar. Las gráficas de este indicador pueden ayudar al pediatra a hacer el seguimiento de la evolución de un paciente y su respuesta terapéutica. El uso de gráficas representativas de la propia población permite, además, tener información de la situación de cada paciente con relación a la población de referencia. En la situación opuesta, la delgadez, el punto de corte propuesto por TJ Cole en 2007 (Cole et al 2007) es el correspondiente al valor 17 a los 18 años de edad. Este valor del índice de masa corporal en la edad adulta había sido establecido previamente por la OMS para la delgadez grado 2. En las gráficas del Estudio transversal español, este valor corresponde al percentil 3 aproximadamente para las mujeres, tal como ocurre en el Estudio internacional de Cole publicado en 2007. Para los varones, este punto de corte se encuentra por debajo del percentil 3, lo que es debido a que hay una mayor prevalencia de sobrepeso en los varones españoles, lo que hace que las curvas del índice de masa corporal se desplacen hacia arriba. En contraste, este punto de corte de la delgadez se encuentra en las gráficas de la OMS de 2006 claramente por encima del

percentil 3, entre los percentiles 5 y 7, lo que refleja las diferentes características nutricionales y metodológicas de este estudio, que hemos comentado anteriormente.

CONCLUSIONES

Los datos del Estudio español de crecimiento 2008 son aplicables en la Comunidad Autónoma de Madrid. Nos encontramos ante cinco poblaciones equivalentes sin diferencias clínicamente relevantes entre ellas lo que indica que, tanto la nutrición, como el potencial de crecimiento de estas poblaciones, son similares. Por otro lado, al no haber encontrado diferencias entre los datos antropométricos de las poblaciones de las cinco comunidades autónomas recientemente evaluadas en nuestro país (Andalucía, Aragón, Cataluña, Madrid y País vasco), no parecería incorrecto considerar a la población española actual como una población homogénea desde el punto de vista antropométrico y extender por tanto la aplicabilidad del Estudio español de crecimiento 2008 al resto del país. Nuestros datos confirman, al igual que otros trabajos que las diferencias en el potencial de crecimiento de las distintas razas y poblaciones, unidas a unas diferentes condiciones medioambientales en el mundo entero desaconsejan utilizar un único tipo de curva de crecimiento para toda la población mundial, siendo recomendable servirse de curvas actualizadas confeccionadas localmente.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto consideramos que, en el momento actual y para la población española, las gráficas de referencia de distancia más adecuadas, para la valoración de la talla y de la situación nutricional en general, son las del Estudio transversal español 2010, desde el nacimiento hasta la talla adulta, ya que son las que representan la situación española actual, y permiten una adecuada interpretación de las variaciones individuales.

Puede haber situaciones concretas de niños con lactancia materna con un patrón de crecimiento dudoso, en las que es adecuado recurrir a las gráficas de la OMS para una mejor interpretación de las ganancias de peso y talla, y no sobreestimar los retrasos de crecimiento en estas circunstancias. También se puede recurrir a estas gráficas en casos dudosos para la interpretación de sobrepeso y obesidad, para niños de menos de 5 años

de edad, ya que más allá de esta edad las gráficas de la OMS no se han obtenido con datos contemporáneos de niños reales.

En cuanto a las gráficas de velocidad, cualquiera de los estudios longitudinales españoles finalizados puede ser adecuado, ya que las muestras son contemporáneas al haber finalizado recientemente. Para niños con ritmo de maduración del crecimiento alejado del patrón medio, es recomendable el uso de las gráficas de velocidad diferenciadas por patrón de maduración, tal como son presentadas en el estudio longitudinal español de crecimiento 2010. Un problema aparte lo representan los niños inmigrantes o adoptados, procedentes de otros países y etnias, en cuyo caso habrá que hacer una interpretación adaptada de cada caso y recurrir, si fuese posible, al uso de gráficas propias de su país de origen. Una forma práctica de abordar estas situaciones, en ausencia de gráficas de referencia, es relacionar el percentil del niño, o, si se desea más precisión, la puntuación Z o standard deviation score del niño, con el percentil o puntuación Z de sus padres. Estos últimos se obtienen enfrentando los datos de éstos a los valores de talla adulta de las gráficas de referencia españolas.

Los indicadores antropométricos, particularmente la talla y el índice de masa corporal tienen, además de su valor clínico, una gran capacidad informativa como indicadores del bienestar de la población. En el momento actual, las diferencias regionales entre las tallas de los niños y la talla adulta en España han desaparecido, lo que invita a deducir que ya no existe desigualdad en los recursos disponibles para garantizar un crecimiento óptimo acorde con el potencial genético. En los últimos 20 años ha continuado habiendo una aceleración secular de la talla y del índice de masa corporal, positiva en términos de salud para la talla y negativa para el índice de masa corporal. Las circunstancias socioeconómicas cambiantes y los cambios poblacionales producidos por la inmigración pueden dar lugar en el futuro, bien a una reversión de los fenómenos anteriores, o a lo

contrario, una persistencia de la aceleración secular, acompañada o no del mantenimiento de la desaparición de las variaciones regionales. Es necesario, por lo tanto, efectuar periódicamente estudios de crecimiento regionales que, además de su utilidad clínica como estándares de referencia en la valoración del crecimiento infantil, nos informen sobre el bienestar social de la población. Los estudios transversales son los que proporcionan una información más rápida sobre el nivel de salud de la población. Teniendo en cuenta que la aceleración secular todavía existe y que, según WR Fogel, es previsible que lo que él denomina la “evolución tecnofisio” prosiga en los países ricos en los próximos años, sería deseable realizar en el futuro estudios transversales representativos de las distintas regiones españolas con una periodicidad de 10-15 años. El estudio transversal español ha sido retrospectivo. En el futuro, estos estudios debieran ser prospectivos y realizarse con una metodología adecuada y uniforme en las distintas regiones, controlando las variables socioeconómicas, nutricionales y étnicas, lo que permitiría hacer estudios comparativos entre grupos poblacionales.

Los estudios longitudinales, dado su coste y larga duración, además de las limitaciones que tienen por el sesgo por pérdida de parte de la muestra y los cambios seculares durante su realización, deberían efectuarse en períodos más amplios, y utilizar diseños mixtos, como múltiples cohortes, con el objeto de reducir su duración y moderar el fenómeno de la aceleración secular entre el momento del comienzo del estudio y su finalización.

Siempre que los recursos lo permitan, es necesario realizar estos estudios localmente, con el objeto de monitorizar, por un lado, el crecimiento poblacional y permitir, por el otro, que el crecimiento de los niños se compare con poblaciones similares en sus condiciones genéticas y ambientales. La larga tradición de los estudios de crecimiento

en España, donde ha habido diversos grupos y proyectos de investigación sobre crecimiento, hace que los planteamientos anteriores sean factibles en un momento en el que el trabajo colaborativo y en red es facilitado por las modernas técnicas de información y comunicación y, a su vez, potenciado por las nuevas tendencias de gestión en investigación y sanidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed ML, Yudkin PL, Macfarlane JA, Dunger DB. Are measurements of height made by health visitors sufficiently accurate for routine screening of growth? Arch Dis Child 1990; 65; 1.345-1.348.
- Alberola S, Redondo D, Andrés de Llano JM, Martínez MJ, Sánchez E. Estudio del crecimiento final en una población de adultos jóvenes. An Esp Pediatr 1993;38:3(225-228)
- Albertsson Wikland K, Luo ZC, Niklasson A, et al: Swedish population-based longitudinal reference values from birth to 18 years of age for height, weight and head circumference. Acta Paediatr 2002; 91:739-754.
- Aranceta J, Pérez C, Serra-Majem LL, Bellido D, De la Torre ML, Hormiguera X et al. Prevention of overweight, and obesity: A spanish approach. Public Health Nutr 2007;10:1187-93
- Argente J. Nutrición y crecimiento; influencia de la hormona y los factores de crecimiento. Actualidad Nutricional 1991; 5; 9-15.
- Ballabriga A, Carrascosa A. Valoración del estado de nutrición. En; Ballabriga A, Carrascosa A, editores. Nutrición en la infancia y adolescencia. Madrid; Ediciones Ergón S.A., 1998; 143-158
- Ballmer K, Mannino RJ, Burger MM. Biochemical and membrane aspects of growth control. En; Kastrup KW, Nielsen IH, editores. Growth factors. Oxford; Pergamon Press 1978; 512
- Basdemir D, Rogol AD: Maduración puberal. En: Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia. Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodriguez-Hierro F (Eds). Ediciones Doyma, Barcelona 2000:843-866
- Bayley N. Growth curves of height and weight by age for boys and girls scaled according to physical maturity. J Pediatr 1956; 48; 182

- Betts PR, Voss LD, Bailey BJR. Measuring the heights of very young children. Br Med J 1992; 304; 1.351-1.352
- Blizzard RM, Bulatovic A. Syndromes of psychosocial short stature. En; Lifshitz F, editor. Pediatric Endocrinology (3° ed.). Nueva York; Marcel Dekker, 1996; 83-93.
- Boas F The growth of children. Science 1892; 19; 256-257; 281-282
- Bock RD, Thissen DM, Fiting multicomponent models for growth in stature. En: Proceedings in the Ninth International Biometric Conference 1976;1:431-442
- Bodszár EB. The studies on secular trend in Spain: a review. En: Bodszár EB, Susanne Ch, eds. Secular Growth Changes in Europe. Budapest: Eötvös University Press, 1998; 297-317
- Bowditch HP. The growth of children. 8th Annual Report of State Board of Health of Massachusetts. Boston; Wright, 1877: 275-322
- Brook CGD, Hindmarsh PC, Healy MJR. A better way to detect growth failure. BMJ 1986; 293: 1186
- Brundtland GH, Liestol K, Walloe L: Height, weight, and menarcheal age of Oslo schoolchildren during the last 60 years of life. Ann Hum Biol 1982; 9:521-37
- Bua J, Olsen LW, Soensensen T. Secular trenes in childhood obesity in Denmark during 50 years in relation to economic growth. Obesity 2007;15:977-85
- Buckler JMH. Variations in height throughout the day. Arch Dis Child 1978;53: 762
- Butler GE, Mckie M, Ratcliffe SG. An analysis of the phases of midchilhood growth by synchronization of growth SDUFCS. En; Tanner JM, editor.

- Auxology 88; perspectives in the science of growth and development. Londres; Smith-Gordon and Company Ltd., 1989;77-84
- Butler GE, Mckie M, Ratcliffe SG. The cyclical nature of prepubertal growth. *Ann Hum Biol* 1990; 17; 177-198
 - Cameron N. The methods of auxological anthropometry. En: Falkner F, Tanner JM, editores. *Human growth; a comprehensive treatise Vol. 3; Methodology. Ecological, Genetic, and Nutritional Effects on Growth.* (2º ed). Nueva York y Londres; Plenum Press 1986; 3-46.
 - Cardoso HF, Caninas M. Secular trends in social class differences of height, weight and BMI of boys from two schools in Lisbon, Portugal (1910-2000). *Econ Hum Biol.* 2009 May 3
 - Carrascosa A, Audí I. Regulación del crecimiento. Hormonas y factores locales de crecimiento. *An Esp Pediatr* 1993; 39 (Supl 55); 158-180.
 - Carrascosa A, Ballabriga A. Crecimiento y nutrición. Retraso del crecimiento de origen nutricional. En: Ballabriga A, Carrascosa A, editores. *Nutrición en la infancia y adolescencia.* 2ª edición. Madrid: Ergón, 2001; p 709-30.
 - Carrascosa A, Yeste D, Copil A: Aceleración secular del crecimiento. Valores de peso, talla e índice de masa corporal en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la población de Barcelona. *Med Clinica* 2004a; 123: 445-451.
 - Carrascosa A. Yeste D, Copil A, Gussinye M: Patrones antropométricos de los recién nacidos pretérmino y a término (24-42 semanas de edad gestacional) en el Hospital Materno-infantil Vall d'Hebron (Barcelona), (1997-2002). *An Pediatr Barc*) 2004b; 60:406-416.
 - Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández Longas A, López-Siguero JP, Sánchez E, Sobradillo B, Yeste D. Estudio transversal español de

- crecimiento 2008: Parte 2: valores de peso, talla e índice de masa corporal desde el nacimiento hasta la edad adulta. *An Pediatr* 2008; 68(6) 552-559
- Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández-Longas A, López D, López-Siguero JP, Sánchez E. Estudio transversal español de crecimiento 2010: Valores de peso, talla e índice de masa corporal desde el nacimiento hasta la edad adulta. *An Pediatr* 2010 (En prensa)
 - Casado de Frías E: Tendencia secular del crecimiento. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina* 1999;CXVI:83-96
 - Cavelaars AEJM, Kunst AE, Geurts JJM et al. Persistent variations in average height between countries and between socioeconomic groups. An overview of 10 european countries. *Ann Hum Biol* 2000; 27:407-21
 - Chinn S, Rona RJ, Price CE. The secular trend in height of primary schoolchildren in England and Scotland 1972-79 and 1979-86. *Ann Hum Biol* 1989;16:387-395
 - Chrzanowska M, Koziel S, Ulijaszek SJ. Changes in BMI and the prevalence of overweight and obesity in children and adolescents in Cracow, Poland, 1971-2000. *Econ Hum Biol*. 2007 Dec;5(3):370-8
 - Cliquet RL Social mobility and the anthropological structure of populations. *Hum Biol* 1968; 29; 1.149-1.157
 - Cole TJ. Weight-stature indices to measure underweight, over-weight and obesity. En: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. Nueva York; Wiley-Liss, 1991; 83-111
 - Cole TJ. Secular trends in growth. *Proc Nutr Soc* 2000; 59:317-324
 - Cole TJ. Galton's midparent height revised. *Ann Hum Biol* 2000b. Jul-Aug;27(4):401-5

- Cole TJ, Flegal KM, Nichols D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in childrens and adolescents: international survey. BMJ 2007;335(7612):194
- Coordinating Study Group of Nine Cities on Physical Growth and Development of Children Capital Institute of Pediatrics. A national Survey on growth of children under 7 years of age in nine cities of China. Zhonghua Er Ke Za Zhi 2007;45(8):609-14
- Danker-Hopfe H. Die sakulare Veraderung des Menarchealters in Europa. Stuttgart: Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung (Nagele und Obermiller) 1986
- De la Puente M, Canela J, Álvarez J, Salleras L, Vicens-Calvet E. Cross-sectional growth study of the child and adolescent population of Catalonia (Spain). Ann Hum Biol 1997;24:435-52.
- De Onis M, Habitch JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organisation Expert Committee. Am J Clin Nutr 1996;64: 650-658.
- De Onis M, Garza C, Victoria CG et al for the Multicenter Growth Reference Study Group. The WHO Multicenter Growth Reference Study: planning, study, design and methodology. Food Nutr Bull 2004; 25(Suppl) S15-26
- De Onis M, WHO multicentre growth reference study group: WHO child growth standards based on length/stature, weight and age. Acta Paediatr 2006:76-85.
- De Sanctis V, Pinamonti A. Manual of disease-specific growth charts and body standard measurements. Pisa; Pacini Editore, 1997; 30-31

- Deheeger M, Rolland-Chachera MF. Etude Longitudinales de la croissance d'enfants parisiens suivis de l'âge de 10 mois à 10 ans. Arch Pediatr 2004; 11:1130-44
- Dewaard F Breast cancer incidence and nutritional status with particular reference to body weight and height. Cancer Res 1975;35: 3.351-3.356
- Dietz WH, Robinson TN. Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. J Pediatr 1998; 191-193.
- Durá-Travé T, Garralda I, Hualde J. Estudio longitudinal de crecimiento en Navarra (1993 a 2007). An Pediatr (Barc) 2009;70(6):526-533.
- Engelhardt L, Willers B, Pelz L: sexual maturation in East German Girls. Acta Paediatr 1995;84:1362-5.
- Eveleth PB, Tanner JM. Worldwide variation in human growth (2 ed Londrés; Cambridge University Press, 1990.
- Falkner F. Croissance et développement de l'enfant normal. Une methode internationale d'étude. Paris; Masson 1961.
- Ferrández A, Carrascosa A, Sánchez E. Monografía: Estudio longitudinal español de crecimiento 1978-2000. (2010) Ed Hercu, Barcelona ISBN 978-84-613-5384-2.
- Ferrández A, Baguer L, Labarta JL, Labena C, Mayayo E, Puba B et al. Longitudinal study of normal Spanish children from birth to adulthood (anthopometric, puberal, radiological, and intellectual data). Pediatr Endocr Rev. 2005;2:423-559.
- Ferrández A, Carrascosa A, Audí L, Baguer L, Rueda C, Bosch-Castañé J, Gussinyé M, Yeste D, Labarta JI, Mayayo E, Fernández-Cancio M, Albisu MA, Clemente M. Longitudinal pubertal growth according to age at pubertal growth

- spurt onset: data from a Spanish study including 458 children (223 boys and 235 girls). *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2009 Aug;22(8):715-26.
- Fogel RW. The fourth great awakening and the future of egalitarianism. Chicago. Chicago University Press 2000
 - Fredriks AM, Van Buuren SV, Burgmeijer RJF. et al. Continuing positive secular growth change in the Netherlands 1955-1997. *Pediatr Res* 2000;47:316-23.
 - Freeman JV, Cole TJ, Chinn S, Jones PRM, White EM, Preece MA. Cross sectional stature and weight reference curves for the UK 1990. *Arch Dis Child* 1995;73:17-24.
 - Frisancho AR: Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor. The University of Michigan Press. Michigan 1993.
 - Fry T. Growth measuring equipment. *Growth Matters* 1991; 6.
 - Galet O. Essai de détermination de quelques moyennes staturales et pondérales correspondent à diverses étapes de développement infantile. Analyse sommaire de l'influence de certains facteurs sociaux sur l'évolution de la croissance. *Bulletin de la Société de Bruxelles* 1931;46:138-316.
 - Galton F. Regression towards mediocrity in hereditary stature. *J Anthr Ins of Great Britain and Ireland* 1886;15:246-263
 - Garcia-Almansa A, Fernández MD, Palacios JM. Patrones de crecimiento de los niños españoles normales. *Rev Clin Esp* 1968; 113; 4548
 - Garralda MD. Evolution of human height. En; Hernández M, Argente J editores. *Human Growth; basic and clinical aspects*. Amsterdam; Elsevier, 1992; 135-142.

- Garza C, de Onis M, for the WHO Multicenter Growth Reference Study Group. Rationale for developing a new international growth reference. Food Nutr Bull 2004;25(Suppl):S5-14
- Gasser T, Kneip A, Binding A, Largo R, Prader A, Molinari L. Flexible methods for nonparametric fitting of individual and sample growth curves. En; Tanner JM, editor. Auxology: perspectives in the science of growth and development. Londres; Smith-Gordon and Company Ltd., 1989; 23-30
- Gohlke B, Woelfle J. Growth and puberty in German children. Is there still a positive secular trend? Dtsch Arztebl Int 2009; 106(23):377-82
- Golden MHN. Nutritional deficiency as a cause of growth failure. En; Hernandez M. Argente J, editores. Human growth; basic and clinical aspects. Amsterdam; Elsevier 1992; 175-182.
- Goldstein H. The design and analysis of longitudinal studies. Londres; Academic Press, 1979.
- Goldstein H, Tanner JM. Ecological considerations in the creation and the use of child growth standards. Lancet 1980; 1; 582-585.
- Goldstein H. Sampling for growth studies. En; Falkner F, Tanner JM, editores. Human growth; a comprehensive treatise (2° ed.). Nueva York; Plenum Press, 1986; 3; 59-78
- Grande F, Rof J, Jimenez F, Morata A. Alimentacion y desarrollo infantil. Rev Clin Esp 1944; 12: 85-89
- Hagenas L. Auxological standards in bone dysplasias. Horm Res 1996; 45 (Suppl 2); 24-34.
- Hall JG, Froster-Iskenius UG, Allanson JE. Handbook of normal physical measurements. Nueva York; Oxford University Press 1989

- Hamill PV, Drizd TA, Johnson CL, Reed RB, Roche AF, Moore WM. Physical growth; National Center for Health Statistics percentiles. Am J Clin Nutr 1979; 32; 607-629
- Hauspie R. Some methodological aspects of the analysis of longitudinal growth data. En: Lindgren GV, editor. Growth as a mirror of conditions in Society. Estocolmo; Stockholm institute of Education Press 1990; 87-103
- Hauspie RC, Vercautern M, Sussanne C. Secular changes in growth and maturation: an update. Acta Paediatr Suppl 1997;423: 20-27.
- Hawley NL, Rousham EK, Norris AS, Pettifor JM, Camron N. Secular trends in skeletal maturity in South África:1962-2001. Ann Hum Biol 2009 sep-oct;36(5):584-94
- Healy MJR. Growth curves and growth standards. The state of the art. En: Tanner JM, editor. Auxology 88. Perspectives in the science of growth and development. Londres; Smith Gordon 1989; 13-21
- Heldin CH, Westermark B. Growth factors; mechanism of action and relation to oncogenes. Cell 1984; 37; 9-20
- Hermanussen M. The analysis of short-term growth. Horm Res 1998; 49; 536-4
- Hernández M. Fisiología del crecimiento y desarrollo somático. En: Sánchez Villares E, editor Pediatría Básica. Madrid; Idepsa. 1980; 229-246.
- Hernández M. Los estudios de crecimiento. Aspectos metodológicos. An Esp Pediatr 1982a;11:141-147.
- Hernández M, Rincon JM, Narvaiza JL, Castellet J. Correlations between anthropometrics and socioeconomic factors. A multivariate analysis. Abstract book; abstract no. 936. Bruselas; 3rd International congress of Auxology, 1982b

- Hernández M, Ruiz I, Sánchez E, Sobradillo B, Zurlmendi A. Medida y valoración del crecimiento. *An Esp Pediatr* 1985; 22 (Supl 21); 1018.
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz E, Sánchez E et al. Curvas y tablas de crecimiento. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. Fundación Faustino Orbegoza. Madrid; Editorial Garsi, 1988
- Hernández M, Argente J, Pozo J, Barrios V, Morande G. Nutrición infantil y regulación hormonal del crecimiento. En; Borrajo E, López M, Paiarón M, Morán J, editores. II Symposium internacional; Nuevas perspectivas en nutrición infantil. Madrid; Ergón 1995a; 327-334.
- Hernández M, Sanchez E, Sobradillo B, Pozo J, Argente. Clinical evaluation of the nutritional status. Present day aspects. En; Ghraf R, Aggett P, Lifschitz C, Walker-Smith J, Moran J, editores. Infant nutrition in special situations. Madrid; Ediciones Ergon, SA., 1995b; 175-183.
- Hernández M, Sánchez E, Sobradillo B. Curvas y tablas de crecimiento. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodríguez F. Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia. 2ª edición Doyma Barcelona 2000;p 1441-99
- Hernández M. El patrón de crecimiento humano: factores que regulan el crecimiento. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodríguez F. Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia. 2ª edición Doyma Barcelona 2000b.
- Hiermeyer M. Height and BMI values of German conscripts in 2000, 2001 and 1906. *Econ Hum Biol.* 2009. Jul 24.
- Hill PJ. Cell multiplication and differentiation. *Acta Paediatr Scand* 1989; (Supl 349); 1.320.

- Himes JH, Roche AF, Thissen D. Parent-specific adjustments for assessment of recumbent length and stature. Basilea; Karger 1981
- Hui LL, Schooling CM, Cowling BJ, Leung SS, Lam T, Leung GM. Are universal standards for optimal infant growth appropriate? Evidence from a Hong-Kong Chinese birth cohort. Arch Dis Child 2008;93:561-565.
- Hulens M, Beunen G, Claessens AL, Lefevre J, Thomis M, Philippaerts R, Borms J, Vrijens J, Lysens R, Vansant G. Trends in BMI among Belgian children, adolescents and adults from 1969 to 1996. International Journal of Obesity 2001; 25:395-399
- Iglesias T, García-Almansa. Actualización de los patrones de crecimiento de los niños españoles normales. Rev San Hig Pública 1978; 52:1-10
- International Union of Nutritional Sciences. The creation of growth standards; a committee report of a meeting in Tunis. American Journal of Clinical Nutrition 1971; 25; 218.
- Johnston FE. Research design and sample selection in studies of growth and development. En; Johnston FE, Roche AF, Susanne Ch editores. Human physical growth and maturation. Nueva York; Plenum Press, 1980; 5-19.
- Jolicoeur P, Pontier J, Pernin MO, Sempe M. A lifetime asymptotic growth curve for human height. Biometrics 1988; 44:995-1003
- Jordan RJ. Growth and development studies in Cuba. In Hauspie R, Lindgren G, editors. Essays on auxology presented to James Tanner. Welwyn Garden city: Castlemead publications 1995:246-54
- Júlíusson PB, Roelants M, Eide GE, Moster D, Juul A, Hauspie R, Waaler PE, Bjerknes R. Growth references for Norwegian children. Tidsskr Nor Lægeforen. 2009 Feb 12;129(4):281-6

- Kahn CR, Smith RJ, Chin WW. Mechanism of action of hormones that act at the cell Surface. En; Wilson JD, Foster DW, editores. Williams textbook of endocrinology (9.9 ed.). Filadelfia; Saunders 1998;95-143
- Karlberg J. A biological orientated mathematical model. Acta Paediatr Scan suppl 1989; 70-94
- Karlberg J, Cheung YB, Luo ZC. An update on the update of growth charts. Acta Paediatr 1999; 88:797-802.
- Khadilkar VV, Khadilkar AV, Cole TJ, Sayyad MG. Crosssectional growth curves for height, weight and body mass index for affluent Indian children, 2007. Indian Pediatr 2009 Jun; 46(6):477-89.
- Khoshoo V: Nutritional assessment in children and adolescents. Curr Opin Pediatr 1997;9:502-507
- Komlos J, Lauderdale BE: The mysterious trend in American heights in the 20th century. Ann Hum Biol 2007;34:206-15
- Krogman WM. Child growth. Ann Arbor; University of Michigan Press, 1972.
- Kuh DL, Wadsworth M. Parental height: childhood environment and subsequent adult height in a national birth cohort. International Journal of Epidemiology 1991;18:663-668.
- Kurokawa N, Nakai K, Suzuki K, Sakurai K, Shimada M, Kameo S, Nakatsuka H, Satoh H. Trends in growth status among schoolchildren in Sendai, Japan, 1994-2003: Leveling-of of mean body height and weight. Tohoku J. Exp. Méd 2008; 216(4), 371-375.
- Largo RH, Gasser TH, Prader A, Stuetzle W, Huber PJ. Analysis of the adolescent growth spurt using smooting spline function. Ann Hum Biol 1978; 5:421-434

- Lejarraga H, del Pino M, Fano V, Caino S, Cole TJ. Growth references for weight and height for Argentinian girls and boys from birth to maturity: incorporation of data from the World Health Organisation from birth to 2 years and calculation of new percentiles and LMS values. Arch Argent Pediatr. 2009 Apr;107(2):126-33
- Liestol K, Rosenberg M. Height, weight and menarcheal age of school girls in Oslo- an update. Ann Hum Biol 1995;22:199-205
- Lifshitz F, Moses N. A complication of dietary treatment Of hypercholesterolemia. AmJ Dis Child 1989; 143; 537-542.
- Lindgren G. Height, weight and menarche in Swedish urban school children in relation to socioeconomic and regional factors. Ann Hum Biol 1976; 3; 501-528.
- Lindgren G, Hauspie RC. Heights and weights of Swedish schoolchildren born in 1955 and 1967. Ann Hum Biol 1989;16:397-406
- Llop-Viñolas D, Vizmanos B, Closa R, Escribano J, Fernández-Ballard JD, Martí-Heneberg C: Onset of puberty at eight years of age in girls determines a specific tempo of puberty but does not affect adult height. Acta Paediatr 2004; 93: 874-9
- López D, Santiago P, Tapia M, Rodríguez-Mesa MD, Gracia R, Carrascosa A. Valoración del peso, talla e IMC en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid. Comparación con el Estudio Español de crecimiento 2008. An Esp Pediatr 2010;73:303-319.
- López-Siguero JP, García JM, Castillo JD, Molina JA, Cosano CR, Ortiz AJ. Estudio transversal de talla y peso de la población de Andalucía desde los 3 años hasta la talla adulta. BMC Endocr Disor 2008 jul 18;8 suppl 1:S1

- Malina RM. Research on secular trends in auxology. *Anthropologische Anzeiger* 1990;48:209-27
- Marshall WA, Tanner JM: Puberty. En *Human Growth*, Falkner F, Tanner JM (Eds). Plenum Press, New York 1986:171-198..
- Marshall WA. Evaluation of growth rate in height over periods of less than a year. *Arch Dis Child* 1971; 46: 41-45
- Martínez C, Brines J, Abella A, García A. Valoración antropométrica del estado de nutrición. *Actualidad Nutricional* 1995; 20; 47-58
- Martorell R, Rivera J, Kaplowitz H, Pallit E. Long-term consequences of growth retardation during early childhood. En; Hernández M, Argente J, editores. *Human growth; basic and clinical aspects*. Amsterdam; Elsevier, 1992; 143-149.
- Mauras M, Blizzard RM, Link K, Johnson ML, Rogol AD, Veldhuis HD. Augmentation of growth hormone secretion during puberty: evidence for a pulse amplitude modulated phenomenon. *J Clin Endocrinol Metab* 1987;64:596-601.
- McDowell MA, Fryar ChD, Hirsch R, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: U.S. population, 1999-2002. Advance data from vital and health statistics; no 361. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics 2005
- Meaney FJ, Farrer LA. Clinical anthropometry and medical genetics; a compilation of body measurements in genetics and congenital disorders. *Am J Med Gen* 1986; 25; 343-359
- Meyer HE, Selmer R. Income, educational level and body height. *Ann Hum Biol* 1999;26:219-227

- Mesa S, Fuster V, Sánchez-Andres A, Marrodan D. Secular changes in stature and biacromial and bicristal diameters of young adult Spanish males. *Am J Hum Biol* 1993;5:705-709
- Michaelsen KF. Short-term measurements of linear growth using knemometry. *J Pediatr Endocrinol* 1994; 7; 147-154
- Monckeberg F. Nutrition, emotional factors and growth. En; Hernández M, Argente J, editores. *Human growth; basic and clinical aspects*. Amsterdam; Elsevier 1992; 117-131.
- Monteiro CA, D'Aquino Benicio MH, da Cruz Gouveia N. Secular growth trends in Brazil over three decades. *Ann Hum Biol* 1994;21:381-90
- Moreno B, Monereo S, Moreno J, Desco M. Curvas de crecimiento en la Comunidad Autónoma de Madrid. En: MorenoB. (ed). *Retrasos del crecimiento*. Carpio. Madrid 1988; 7-22.
- Mosier HD. Set point for target size in catch-up growth. En:Tanner JM, editor. *Auxology* 88. Londres; Smith-Gordon, 1989; 343-351.
- Muro A, Acena A, Vivanco F. Patrones de crecimiento de niños normales espanoles. *Rev Clin Esp* 1954; 53; 360-363
- Padez C, Johnston F. Secular trends in male adult height 1904-1996 in relation to place of residence and parental education level in Portugal. *Ann Hum Biol* 1999;26:287-298
- Padez C. Secular trends in stature in the Portuguese population (1902-2000);11:1030-44
- Palacios JM, García-Almansa A. *El crecimiento y sus defectos*. Barcelona: Sandoz 1972

- Palacios JM, Vivanco F. Datos de talla y peso de 128.000 españoles. Rev Clin Esp 1965; 99: 230-238.
- Papadimitriou A, Douros K, Fretzayas A, Nicolaidou P. The secular trend of body weight of greek schoolchildren in the 20th century. Med Sci Monit 2007;13(1)RA 8-11.
- Papadimitriou A, Konstantinidou M, Christopanou H, Xepapadaki P, Giannouli O, Nicolaidou P. Secular trend in body height of schoolchildren in Northeast Attica, Greece. J Pediatr Endocrinol Metab. 2009 Jan; 22(1):13-7.
- Pozo J, Argente J. Crecimiento: valoración auxológica. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodríguez F. Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia. 2ª edición Doyma Barcelona 2000; p 177-200.
- Prader A, Tanner JM, Von Harnack GA. Catch up growth following illness or starvation. An example of development canalization in man. J Pediatr 1963; 62; 646-659.
- Prader A. Growth in the past and today. En; Bierich JR, Cacciari E, Raiti S, editores. Growth abnormalities (Serono Symposia Publications from Raven Press; v. 56). Nueva York; Raven Press Book Ltd 1989; 1-15.
- Prebeg Z. Secular trend in growth in Zagreb school children. In Borms J, Hauspie R, Sand C, Susanne C, Hebbelinck M editors. Human growth and development. New York. Plenum press 1984;201-7
- Preece MA, Baines MJ. A new family of mathematical models describing human growth curve. Ann Hum Biol 1978; 5:1-24
- Preece MA, Heinrich I. Mathematical modelling of individual growth curves. Br Med Bull 1981;37:247-252

- Pugliese MT, Lifshitz F, Grad G, Fort P, Markskatz, M. Fear of obesity: a cause of short stature and delayed puberty. Massachussetts. N Engl J Med 1983; 309; 513-518.
- Quetelet A. Recherches sur les lois de la croissance de l'homme. Memoires de l'Academie de Bruxelles 1831;7:1-27
- Ranke MB. Disease-specific growth charts - do we need them? Acta Paediatr Scand 1989; 356 (Supl); 17-25
- Ranke MB. Disease-specific standards in congenital syndromes. Horm Res 1996; 45 (Supl 2); 34-41
- Reiter EO, Rosenfeld R. Normal and aberrant growth. En; Wilson JD, Foster DW, editores. Williams textbook of endocrinology (9° ed.) Filadelfia; Saunders, 1998; 1.427-1.502.
- Roche AF, Hamill PV. United States growth charts. En: Gedda L, Parisi P, editores. Auxology: human growth in health and disorders. Londres; Academic Press, 1978; 133-138
- Roede M, van Wieringen JC. Final results of the 1980 growth study, The Netherlands. Ann Hum Biol 1985; 12 (supp):64
- Roelants M, Hauspie R, Hoppenbrouwers K. References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. Ann Hum Biol 2009 Aug 7;1-15
- Rühli F, Henneberg M, Woitek U. Variability of height, weight, and body mass index in a Swiss armed forces 2005 census. Am J Phys Anthropol. 2008 Dec;137(4):457-68

- Sánchez E, Carrascosa A, Fernández M, Ferrández A, López de Lara D, López Sigüero JP. Estudios españoles de crecimiento. Situación actual y recomendaciones actuales de uso. An Esp Pediatr 2011.
- Sandin M, Fraile R, Pérez M, González A, López P, García L. Curvas de crecimiento de niños de la Comunidad de Madrid. Madrid. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid 1993
- Savage SA, Reilly JJ, Edward CA, Durning VGA: Adequacy of standards for assesment of growth and nutritional status in infancy and early childhood. Arch Dis Child 1999;80:121-124
- Scammon RE. The First seriatum study of human growth. Am J Phys Anthropol 1927; 10; 329.
- Schaefer F, Seidel C Binding A et al. Pubertal growth in chronic renal failure. Pediatr Res 1990; 18; 5-11
- Schwekendiek D, Pak S. Recent growth of children in the two Koreas: a meta-analysis. Econ Hum Biol. 2009 Mar;7(1):109-12. Epub 2009 Jan 16
- Serra-Majem LL, Ribas L, Aranceta J, Pérez C, Saavedra P, Peña L. Epidemiología de la obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio enKid 1998-2000. Med Clin (Barc) 2003;121:725-32
- Smith DW, Truog W, Rogers JE, Greitzer LG, Skinner AL, McCann JJ et al. Shifting linear growth during infancy and the genetics of growth and fetal life through infancy.J Pediatr 1976; 89; 225-230.
- So HK, Nelson EA, Li AM, Wong EM, Lau JT, Guldán GS, Mak KH, Wang Y, Fok TF, Sung RY. Secular changes in height, weight and body mass index in Hong Kong Children. BMC Public Health. 2008 Sep 21;8:320

- Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, Lizárraga A et al. Curvas y tablas de crecimiento. Estudios longitudinal y transversal. Bilbao. Fundación Faustino Orbegoza 2004
- Stoker MGP, The multiplication of cells. En; Barltrop D, editor Pediatrics and growth. Postgr Med 1978; (Supl 1); 514.
- Stuart HC, Meredith HV. Use of body measurement in the school health program. Am J Public Health 1946; 36; 1.365-1.384
- Styne DM, McHenry H. The evolution of stature in humans. Horm Res 1993; 39 (Supl 3); 3-6.
- Suárez RG, Trujillo R, Díaz-Llama MD, Toledo F, Alguacil P, Sierra A. Estudio del crecimiento de la población pediátrica de la Comunidad Canaria. Madrid. Ed Ergón 1994
- Takaishi M. Growth Standard for japonesse children. An overview with especial reference to secular change in growth. In Hauspie R, Lindgren G, editors. Essays on auxology presented to James Tanner. Welwyn Garden city: Castlemead publications 1995; 302-11
- Tanner JM, Healy MJR, Lockard RD et al. Aberdeen Growth Study: The prediction of adult body measurement from measurements taken each year from birth to five years. Arch Dis Child 1956;31:372.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children. Arch Dis Child 1965;41:454-464
- Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity; British children 1965. Arch Dis Child 1966; 41; 454-471; 613-635.

- Tanner JM, Goldstein H, Whitehouse RH. Standards for children's height at ages 2-9 years allowing for height of parents. Arch Dis Child 1970; 45; 755-762.
- Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity and stage of puberty. Arch Dis Child 1976;51:170-9
- Tanner JM. Human growth standards; construction and use. En: Gedda L, Parisi P, editores. Auxology; human growth in health and disorder. Londres; Academic Press, 1978; 109-121.
- Tanner JM. catch-up growth in man. Br Med Bull 1981a; 37: 233-238.
- Tanner JM. A history of human growth. Cambridge; Cambridge University Press, 1981b.
- Tanner JM, Davies PSW. Clinical longitudinal standards for height and height velocity for North American children. J Pediatr 1985;107; 317-329
- Tanner JM. Growth as a mirror of the condition of society; secular trends and class distinctions. En; Demijian A, editor Human Growth; a multidisciplinary review. Londres; Taylor and Francis, 1986a; 3-34.
- Tanner JM. Use and abuse of growth standard. En; Falkner F, Tanner JM, editores. Human growth; a comprehensive treatise (2ed.). Nueva York; Plenum Press, 1986b; 3; 95-108.
- Tanner JM. Growth as a mirror of the conditions of society; secular trends and class distinction. En; Demirjian A, editor. Human Growth; a Multidisciplinary Review. London and Filadelfia; Taylor and Francis, 1986c.
- Tanner JM. Normal growth and techniques of growth assessment. Clin Endocrinol Metabol 1986d; 15; 411-454
- Tanner JM. Foetus into man. Physical growth from conception to maturity. 2^a ed. Cambridge, Harvard University Press, 1989

- Tanner JM. Growth as a measure of the nutritional and hygienic status of a population. *Horm Res* 1992;38 suppl 1:106-115
- Tanner JM. Auxology. En; Kappy MS, Blizzard RM, Migeon CJ, editores. Wilkins. The diagnosis and treatment of endocrine disorders (40° ed.). Springfield; Charles C Thomas, 1994; 137-192
- Tanner JM. A brief history of the study of human growth. En; Ulljaszek SJ, Johnston FE, Preece MA, editores. The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. Cambridge; Cambridge University Press, 1998a; 3-12
- Tanner JM. Brief biographies. En; Ulljaszek SJ, Johnston FE, Preece MA, editores. The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. Cambridge; Cambridge University Press, 1998b; 447- 456.
- Terry RB, Wood PD, Haskell WL, Stefanick ML, Krauss RM. Regional adiposity patterns in relation to lipids, lipoprotein cholesterol, and lipoprotein subfraction mass in men. *J Clin Endocrinol Metab* 1989; 1: 191-199
- Tojo R, Fraga JM, Peña J. Curvas de crecimiento. Santiago de Compostela:Ed Universidad de Santiago 1981
- Thissen JP, Ketelslegers JM, Underwood LE. Nutritional regulation of the insuline-like growth factors. *Endocr Rev* 1994; 15: 80-101.
- Tremblay M, Willms D. Secular trends in the body mass index of Canadian children. *CMAJ*. 2001 April 3; 164(7): 970
- Twisselmann F. Developpement biometrique de l'enfant a l'adulte. Brussels: Presse Universitaires de Bruxelles 1969

- Ulijaszek S. Measurement error. En; Ulijaszek SJ, Johnston FE, Freece MA, editores. The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. Cambridge; Cambridge University Press, 1998
- Underwood L, Smith EP, Clemmons DP, Maes D, Ketelslegers JM. The production and actions of insulin like growth factors; their relationship to nutrition and growth. En; Tanner JM, editor. Auxology Londres; Smith-Gordon Nishimura 1989; 235-249.
- Van Buuren S, Van Wouwe JP. WHO child growth standards in action. Arch Dis Child 2008; 93:549-551.
- Van Wieringen JC. Surveys of physical growth and maturation. En; Johnson FE, Roche AF, Susanne Ch, editores. Human physical growth and maturation. Nueva York; Plenum Press, 1980; 21-34.
- Van Wieringen JC: Secular growth changes. En Falken F, Tanner JM. Human Growth, a comprehensive treatise. Ed 2.vol3: Methodology: Ecological,307-31 Genetics and Nutritional Effects on Growth. New York. Plenum Press. 1986
- Vercauteren M. Evolution seculaire et normes de croissance chez des enfants Belges. Bulletin de la Societe Royale, d'Anthropologie et de Prehistoire. 1984;95:109-23.
- Vercautelen M, Susanne E. The secular trend in height and menarche in Belgium. Are there any signs of a future stop? Eur J Pediatr 1985;144:306-9
- Voss LD, Bailey BJR, Cumming K, Wilkin TJ, Betts PR. The reliability of height measurement (The Wessex Growth Study). Arch Dis Child 1990; 65: 1.340-1.344.

- Voss LD, Wilkin TJ, Bailey BJR, Betts PR. The reliability of height and height velocity in the assessment of growth (the Wessex Growth Study). Arch Dis Child 1991; 66; 833-837
- Voss LD. How well do we measure? Growth Matters 1992; 11; 9-12.
- Waaler HT. Height, weight and mortality; the Norwegian experience. Acta Med Scand 1984; (Supl 679); 1-51
- Waterlow JC, Buzina R, Keller W, Lane JM, Nichamonz MZ: The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. Bulletin of the World Health Organization 1977;55 (4):489-498.
- Waterlow JC et al, editores. Linear growth retardation in less developed countries. Nueva York; Raven Press, 1988.
- Weber G, Seidler H, Wilfing H, Hauser G. Secular change in height in Austria: an effect of population stratification?. Ann Hum Biol 1995; 22:277-88
- Werner B, Bodin L. Obesity in Swedish Schoolchildren is increasing In Both Prevalence and Severity. Journal of Adolescent Health 2007, Vol 41,(6):536-543
- White A, Nicolaas G, Foster K, Browne F, Carey S. OPCS Health Survey for England 1991. London: Her Majesty's Stationery office 1993:32
- World Health Organization. WHO Nutrition. Global surveillance through anthropometric measurements, Part 1. Weekly Epidemiological Record 1987;62:37-8
- World Health Organization. WHO Group on the Growth reference protocol, Task Force on Methods for the Natural regulation of fertility. Growth patterns of breastfed infants in seven countries. Acta Paediatr 2000;89:215-22

- World Health Organization. WHO Child Growth Standards: Length/Height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weightfor-height and body mass index-for-age: Methods and development. Geneva: World Health Organization 2006.
- World Health Organization. WHO Child Growth Standards: Head Circumference-for-age, arm circumference-for-age, triceps skinflod-for-age and subscapular skinfold-for-age: Methods and development. Geneva: World Health Organization 2007.
- WHO Working group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. Bull WHO 1986;64:929-941
- Wright C, Lakshman R, Emmet P. Implication of adopting the WHO 2006 Child Growth Standard in the UK:two prospective cohort studies. Arch Dis Child 2008;93:566-9.

ANEXOS

ANEXO I: FICHA TÉCNICA

- Centro Escolar / Universitario:
- Código:
- Fecha de la medición:
- Fecha de nacimiento:
- Sexo:
- Edad decimal:
- Talla:
- Peso:
- Peso a descontar por la indumentaria:
- Peso final:
- IMC:

ANEXO II: Informe favorable del Comité de Ética Hospital Clínico San Carlos

Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. - N.E. --- C.I. E-07/260

04 de octubre de 2007

CEIC Area 7 - Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Secretaria del CEIC Area 7 - Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

1º. Que ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: "Valoración del crecimiento y del estado nutricional en niños adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid"

Código Interno: E-07/260

Investigador principal: Dr. Diego López de Lara

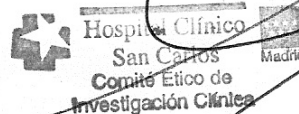
2º. Considera que:

- Se respetan los principios éticos básicos y es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.

3º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE.**

Lo que firmo en Madrid, a 04 de octubre de 2007

Fdo:



Dra. Mar García Arenillas
Secretaria del CEIC Area 7 - Hospital Clínico San Carlos

ANEXO III: CARTA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

En el ser humano, el crecimiento puede ser valorado de forma global para todo el conjunto del organismo o de forma específica para cada uno de sus órganos o sistemas. El número de medidas que teóricamente pueden realizarse es infinito. Sin embargo, las mediciones más básicas: la talla, el peso, el perímetro de la cabeza, el perímetro del brazo, y los pliegues de la piel (que se utilizan principalmente para saber si un niño está o no, bien nutrido) son los indicadores de crecimiento más importantes que utilizan los Pediatras en sus consultas a diario. Una vez realizadas las mediciones, podremos determinar si el paciente se encuentra o no dentro de los límites normales respecto a la media, para su edad y sexo. ¿Cómo se hace esto en la práctica clínica diaria? Se hace utilizando unas tablas y curvas de peso, de talla, y de índice de masa corporal (que relaciona la talla y el peso) en las que se anota con un punto la situación respecto de los otros niños normales de su hijo/a. La mejoría de las condiciones de vida, la desaparición de muchas enfermedades y la mayor disponibilidad de nutrientes han llevado a que los niños cada vez son más altos, pesan más, se desarrollan y dan el “estirón” antes en los países desarrollados durante este último siglo (aceleración secular del crecimiento). En la Comunidad Autónoma de Madrid, las tablas de referencia que se utilizan para saber si sus hijos son altos o bajos, gordos o delgados son las elaboradas por el Dr Hernández y sus colaboradores en 1988 que toman como patrón de referencia a los niños del País Vasco (Son las que ven en las libretas sanitarias de sus hijos). Las ultimas tablas de referencia similares que toman como patrón de referencia a la población de Madrid, las elaboraron el Dr Moreno y el Dr Sandin en 1988 y 1993 respectivamente, es decir de hace más de 15 años. Otras comunidades autónomas han actualizado sus tablas de referencia recientemente, en los últimos años (Cataluña, País Vasco, Galicia, Aragón, Andalucía y Canarias). Estos trabajos vienen a confirmar que

se ha producido una aceleración secular del crecimiento en la talla adulta en ambos sexos, incrementándose los valores de todos los percentiles (3 a 97 ambos inclusive) entre 2-3 cm respecto a los valores obtenidos en estudios realizados hace 18-20 años. Esta aceleración secular de crecimiento ha sido también descrita en otras poblaciones europeas: holandeses, ingleses, suecos, alemanes y polacos. Todos estos estudios, por tanto, desaconsejan la utilización de tablas y curvas tan antiguas, haciéndose necesario actualizarlas y utilizar unas realizadas localmente que hagan referencia a la población donde viven sus hijos.

¿Cómo lo vamos a hacer? Pues nos disponemos a comenzar un estudio muy sencillo y básico, que consistirá en tallar (altura), pesar, medir el perímetro de la cabeza, el del brazo y los pliegues cutáneos tricipital (en el brazo) y el subescapular (en la espalda) a una amplia muestra de niños, adolescentes, y adultos jóvenes, con edades comprendidas entre 3-24 que residan en la Comunidad Autónoma de Madrid.

Nos dirigiremos a los centros escolares y universitarios que habrán sido seleccionados al azar e intentando hacer coincidir nuestro estudio con la revisión médica anual de los escolares (para no alterar el normal funcionamiento de estos centros). Las mediciones serán realizadas por un único observador, que será Médico Pediatra Especializado en Endocrinología Infantil.

La talla se valorará de pie y descalzos con el mismo tallímetro transportable, rígido, adosado a la pared. El peso se cuantificará en ropa interior en las edades más jóvenes y con camiseta y/o pantalón en edades posteriores. El perímetro de la cabeza y el del brazo, se medirá con una cinta métrica inextensible y para medir los pliegues cutáneos se utilizará un Holtain skinfold caliper. Los resultados de las mediciones se anotarán en una ficha técnica, y serán archivados en una base de datos especialmente diseñada para el estudio. Posteriormente elaboraremos unas tablas y curvas de referencia que

serán representativas de los niños, adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid. En ningún caso se incluirá en la base de datos, dato alguno que pudiera directa o indirectamente identificar a ningún sujeto de modo individualizado. Con ello se respetarán las normas internacionales de protección de datos, así como la legislación española vigente (Ley Orgánica 15/1999 del 13/12/99 de Protección de Datos de Carácter Personal, BOE 298 de 14/12/99). El protocolo se remitirá al comité de Ética e Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid.

Esperamos que tengan a bien participar en el estudio y así poder tener por fin unas tablas y curvas de peso y de talla debidamente actualizadas que hagan referencia a la población de la Comunidad Autónoma de Madrid. Solo serán incluidos en el estudio aquellos sujetos que rellenen de manera adecuada el Consentimiento Informado que se adjuntará a este escrito.

Atentamente:

Dr Diego López de Lara.

Médico Adjunto Especialista de Área en Pediatría

Hospital Clínico San Carlos de Madrid